المكتبة الثقافية
٦٨

قصة كوكب

الدكتور محمد يوسف حسن

وزارة
الثقافة والإرشاد القومي
المؤسسة
المصرية
العامة
للتأليف والترجمة
والطباعة والنشر

أول سبتمبر ١٩٦٢

المكتبة الثقافية

● أول مجموعة من نوعها تحقق اشــتراكية الثقافة .

● تيسر لكل قارىء أن يقيم فى بيته مكتبــة جامعة تحوى جميع ألوان المعــرفة باقلام أساتذة متخصصين وبقرشين لكل كتاب .

● تصدر مرتين كل شهر . فى أوله وفى منتصفه

الكتاب القــادم

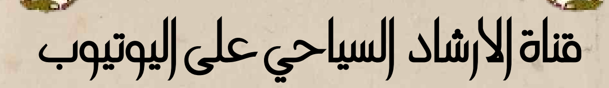
الفلسفة الإسلامية

للدكتور أحمد فؤاد الاهوانى

١٥ سبتمبر ١٩٦٢

دار القلم بالقاهرة



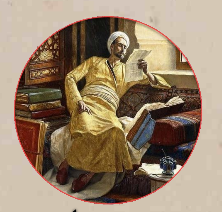




قناة الكتاب المسموع



صفحة كتب سياحية و أثرية و تاريخية على الفيس بوك



مصر - ثقافة

المكتبة الثقافية
٦٨

قصة كوكب

الدكتور محمد يوسف حسن

وزارة
الثقافة والإرشاد القومي
المؤسسة
المصرية
العامة
للتأليف والترجمة
والطباعة والنشر

أول سبتمبر ١٩٦٢


الناشر
دار القلم
١٨ شارع سوق التوفيقية بالقاهرة
ت ٥٥٠٣٢ — ٧٧٧٤١



لن يقدم لك هذا الكتاب قصة مسلسلة الحوادث كما عهدت فى كتب للقصص كثيرة ؛ يبدأ أولها بأقدم الحوادث ثم تتوالى المواقف وهى تقترب من النهاية ، ولكنه سيروى لك قصة فريدة فى بابها ، وُضعت فى أسلوب فريد فى القصص كذلك. إنها «قصة كوكب» . وكوكب قصتنا هو هذه الأرض التى نعيش عليها والتى دَرَج عليها أجدادنا الأقدمون ، وأسلافنا الأولون . إنها كوكبنا الدُّرِّى المتألق بين كواكب السماء بما بوّأه الله من خير مكان بينها جميعاً ، وبما أسبغ عليه واختصه به من نعمة الحياة التى تطورت على ظهره فى تاريخ طويل حافل مثير ، بلغ أوجه أخيراً بظهور الإنسان . إن قصة كوكبنا هى فى الحقيقة قصة المسرح الكبير الذى دارت عليه فصول هذا التاريخ الحافل من الرواية الكونية الكبرى

التى لعب أهم أدوارها وأخطرها الإنسان ، ذلك المخلوق الذى حباه الله بنور الوعى ، وآتاه العقل والحكمة فكان معجزة الله الكبرى فى هذا الكون ؛ وكان بطل القصة التى بيدك .
إنه بطل القصة على الرغم من أنه لم يظهر على المسرح إلا فى الفصل الأخير فقط ، من الرواية التى لم تتم فصولها بعد . ويرجع الفضل فى ذلك إلى ما وهبه الله من عقل نابه جبار عَنَتْ له كل الصعاب وذلَّتْ له كل الرقاب ، فسخَّر كوامن القوى الطبيعية واستغلها لصالحه واخترق جميع الحُجُب فوُجِد وتَواجَد عبر الأثير فى كل مكان وفى نفس اللحظة ، وامتد نفوذه ومجاله فى هذا العالم كله طولا وعرضا وعمقا ، فسرى فى عالم الماضى وكشف أستاره ، وسبح فى عالم المستقبل واستشفّ أسراره ، وصَعَّد فى السماء ، وغاص فى الفضاء فكاد يشارك الكواكب حول الشموس والنجوم . واجتاز سليما مُعافى جسم الكرة الأرضية من قطب إلى قطب، فخرج ومعه من أخبار باطنها العجب العجاب ، مما يسود ذلك العالم الغريب من أسرار وظواهر تأخذ بالألباب .

ذلك العقل البشرى الذى وعى عظمة هذا الكون كله هو معجزة الله فى أرضه ، وهو الوحى الذى استلهمه الراوى فصول

هذه القصة . وها هو ذا يعرض علينا لمحة من لمحات هذه العظمة ممثلة فى قصة حياة كوكبنا : مهبط هذا الوحى ومكمن هذه العظمة .

سنلمس فى هذه القصة جانبا من عظمة هذا العقل وعظمة صاحبه فى كشف مكان كرتنا الأرضية فى هذا الكون ، وفى الإحاطة بتفاصيل أوصافها وبنائها ، بل قياس أبعادها وتقدير وزنها بطرق مدهشة وغاية فى الدقة . وكذلك تعيين حركاتها ومسالكها بين الكواكب والنجوم ، وترجمة تاريخ حياتها الحافل الطويل . وسنشير فى سياق كلامنا كثيراً إلى شخصية بطل قصتنا باسم « السندباد » ، وذلك لشبه ليس ببعيد بينها وبين شخصية السندباد البحرى المعروف : تاجر قصص ألف ليلة وليلة ، وصاحب المغامرات المدهشة على سفينته فى مجاهل البحار . لقد تحطمت السفينة بالسندباد البحرى ورفاقه وتناثر حطامها وغاص متاعها فى غيابة المحيط . ولكنه نجا من الموت وحيداً ضعيفاً ، وكان قَدَرُه مرتبطا بكتلة عائمة من الخشب تبقت من حطام السفينة . فلما عاد ، وكان قد رأى فى مغامراته ورحلاته مالا عين رأت ، وسمع مالا أذن سمعت ؛ كنت تراه

جالسا إلى جمع من المريدين والمعجبين يقص عليهم أخباره ويفتنهم بمغامراته . أما سندباد قصتنا فلم يكن تاجراً مغامراً ، ولكنه كان فيلسوفاً بحاثة ؛ فى طبعه حب الكشف وتحرى الحقيقة . وقد تحطمت به السفينة كذلك ، ولكن فى رحلة كونية كان فيها مع القَـدَر ، وسنعرف قصته وأخباره ومغامراته منذ أفاق بعد الحادث الخطير ؛ فوجد نفسه فى فضاءٍ محيطٍ لا نهائى وهو مشدود إلى كتلة كبيرة من حطام سفينة الأقدار طافية فيه . إن سندبادنا الكونى هو رمز الإنسان ومن ورائه تاريخ الإنسانية كلها . وتلك الكتلة العائمة به وسط اللجج اللانهائية من الفضاء ؛ والتى ارتبط بها قدره ومصيره ، وصارت مسرحاً لمغامراته وكشوفه هى كوكب الأرض . وأما السفينة فكانت نجما ماردا جباراً يمخر عباب السماء فى رحلة أزلية مع الشمس فى فلك واحد ؛ ثم انفجر النجم العظيم القديم ! وخلف أشلاءه من الكواكب التى مازالت تدور فى كنف الشمس . وعلى ذلك النجم كان قدر الأرض وكان قدر الإنسان .

سيقص علينا السندباد الكونى فيما يقص من تاريخ هذه الأرض وأخبارها أنها بلغت من العمر منذ وجد نفسه عليها نحوا من ثلاثة آلاف مليون عام (٣٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ عام) ،

وأنها مع ذلك ما زالت شابة فى ريعان الشباب بل صبية فى ميعة الصبا ! وسيقص علينا كذلك من نسبها وتاريخ أسرتها أنها أخت وسطى لكواكب تسعة فقدن أمهن فى أول عهدهن بالحياة فتبنتهن الشمس وأكرمتهن كأحسن ما يكرم المرء وليده العزيز ، حتى أن الأرض بعد أن شبَّت عن الطوق ورزقت بمولودها الوحيد - إن كنت لا تعرف أنها صارت أماً ، ولها فلذة كبد - لم تزل تعتمد فى حياتها كلية على كافلتها الشمس . وسيثير السندباد الكونى فضولنا عندما يشرح لنا كيف حملت أرضنا فى وحيدها العزيز وهى عذراء لم يمسسها كوكبٌ قط! وأنه لما جاءها المخاض ، كان عسيرا حقا لدرجة أنه لازمها زهاء خمسمائة عام !! حتى أنجبت وحيدها : القمر ، ذلك الكوكب الطفل ، ذا الوجه الساحر الجميل !

وسيحلِّق بنا السندباد الكونى فى أجواء قصة عن رحلة فذَّة إلى باطن الأرض زار فيها عالما غريبا حمِئاً تنقلب فيه المقاييس والمعايير التى نعرفها على السطح فتسيل فى أرجائه الصخور الصلبة ! وتتشقق السوائل والمنصهرات المائعة ! ذلك العالم هو معقِل « بلوتو » إله الجحيم نفسه ، وهو معين البراكين ، وخزان الحُمَم والطفوح النارية ، وهو المحيط

الصخرى الذى تطفو فوق سطحه القارات !

وسيروى لنا السندباد الكونى أيضا كيف أنه فى أثناء رحلاته فى مناكب هذه الأرض وتسلقه لجبالها وارتياده لصحراواتها وقف على سر يمكنه من تقدير عمر الأرض بدقة كبيرة ، كما عثر على كتاب فريد ، صفحاته من الصخور ! أما كلماته فمدونة بشفرة عجيبة بعض رموزها من بقايا الكائنات الحية ! التى عاشت وقضت على ظهر الأرض فى العصور الغابرة . سيروى لنا السندباد الكونى كيف عكف على دراسة ذلك الكتاب وحلّ رموز تلك الشفرة العجيبة حتى اكتشف أنها مذكرات خاصة مطولة لتاريخ حياة الأرض كتبتها بنفسها بأحرف من أشلاء الحياة على صفحات من الصخور ! لقد عكف السندباد الكونى على ترجمة تلك المذكرات وتلخيصها فألَّف منها سِفرا شيِّقا عن تاريخ حياة هذا الكوكب العجيب . وها هو ذا يروى لنا نتفا مثيرة من ذلك التاريخ الحافل ، ويعرض علينا عينات عجيبة من رموز تلك الشفرة ومن معانيها

المسرح الكبير

أقبل السندباد الكونى تحيط بوجهه هالة من سيما الحكمة وتنم ملامحه عن تاريخ حافل بالمغامرات وجلائل الكشوف فاشرأبت لمقدمه الأعناق ، وخفت الهمس، وساد الإنصات ، لتنسم أخبار الكشوف والمغامرات . وتبوأ السندباد مكانه فى واسطة الجمع ، محيِّيا ، وقال :

« إن مخيلتى لمليئة بالذكريات الغامضة عن هذا الماضى البعيد وقت بدء الرحلة ، وتطوف بى هذه الذكريات وكأنها حلم قديم لا أتحقق منه تفاصيل حوادثه الخطيرة ، فتبدو كأنها أصداء لتاريخ غامض ملىء بالفزع والمتاعب والقلق والتطلع لمعرفة الحقيقة. ولن أبدأ فأقص عليكم كيف بدأت تلكم الرحلة الغامضة على سفينة الأقدار ، ومن كان فيها ، وماذا كان هدفها ، وكيف تحطمت السفينة ، وماذا مرّ من أطوار وحوادث بعد ذلك حتى أفقت أنا لأجد نفسى فى دنياى هذه . فقد كنت فى تلكم الفترة فى غيبوبة أو شبه غيبوبة عن دنياى . ولكنى لما أبللت من المحنة ، وأشرق على الوعى بعد تلكم الغيبوبة الطويلة فى عالم

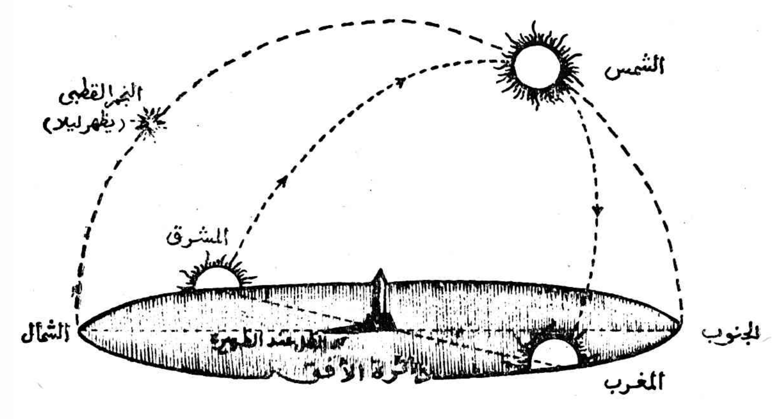
الأقدار . قمت أضرب فى أرجاء هذه البسيطة التى ألفيت نفسى على ظهرها ، والتى صارت فيما بعد مسرحاً لرحلاتى وكشوفى . بهرنى ما رأيته حولى وتأملت فوجدت نفسى فى خضم فضاء عريض ممتد تلمع فى أقطاره المبهمة الغامضة لمحات من أضواء مختلفة الدرجات ، ومن بينها أضواء لجسمين منيرين كبيرين يظهران بالتناوب على فترات منتظمة وفى نظام ثابت ، ذانكم هما الشمس والقمر . ولكنى كنت مجهداً متهالكا من الجوع والبرد والخوف ، فلم أفكر أو أهتم بتلكم الأضواء فى أول الأمر إلا بقدر ما كانت تسهل لى أمور يومى وليلى فى البحث عن القوت والدفء والمأوى . وأخذت أضرب فى الأرض أتلمس الزاد والأمان ، فلما شبعت وارتويت واطمأنت نفسى درجت على قضاء الأمسيات الهادئة أقلب النظر وأمعن الفكر فى دنياى الواسعة ، وفيما يحيط بها من فضاء لا نهائى يغص فى الليل بأضواء لامعة وأخرى خافتة تسافر فى مسارات ثابتة فى السماء لا تحيد عنها . ورن فى نفسى صدى ما شهدت من المناظر الباهرة والنظام البديع للشمس ، هذه الشمس التى وصفها القرآن الكريم :

« والشمس تجرى لمستقر لها ذلك تقدير العزيز العليم »

والقمر قدرناه منازل حتى عاد كالعرجون القديم ، لا الشمس ينبغي لها أن تدرك القمر ، ولا الليل سابق النهار ، وكلٌ فى فلك يسبحون . » بهرنى هذا النظام البديع وما فيه من جمال أخاذ فوطّدت العزم على فهم هذا كله وكيف يسير وإلى أين المصير؟. فقمت أضرب فى الأرض وأستكشف فى مناكبها لأعرف أسرار هذا الكون المحيط بى ومكانى منه متخذاً المدى والوحى من تأملى فى ملكوت السماء .

وكان أول وأظهر ما استرعى نظرى أثناء تنظيمى لمعاشى وأمرى فى كل يوم وليلة ، أننى عندما أصبح أرى الشمس تأتى كل يوم من مكان لا تغيره فى دائرة الأفق، وعندما أمسى أجدها تختبىء فى المكان المقابل له تماماً على قطر الدائرة. فكان مشرقها ومغيبها علامتى الأوليين وهدايتى على هذه الأرض. ولاحظت كذلك أن ظلال الأشياء التى أقيمها على الأرض تكون فى الصباح طويلة وممتدة فى اتجاه المغرب ، وكلما علت الشمس فى السماء مع تقدم النهار، تقصر الظلال وتتحرك فى نصف دائرة تجاه المشرق ، وأنه عندما تتخذ الشمس أعلى نقطة فى مسارها بالسماء أثناء النهار تكون ظلال الأشياء. أقصر ما يمكن ثم تبدأ فى الاستطالة ثانياً واستمرار الاتجاه نحو المشرق بميل الشمس إلى المغيب

فى النصف الآخر من القبة الزرقاء . تنبهت إلى هذه الظاهرة وما فيها من دوام و نظام فاهتديت إلى وسيلة لتحديد منتصف النهار والأوقات الأخرى وكذلك تحديد الاتجاهات . أما عندما



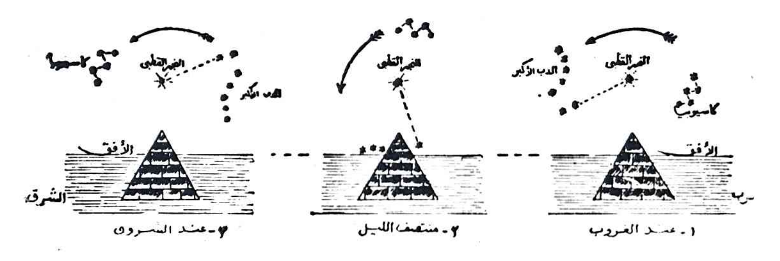
السندباد يحدد الأوقات والاتجاهات

يجن الليل فكنت أتأمل صفحة السماء فتعرفت على مجاميع معينة من النجوم تغير مواقعها فيها منذ يرخى الليل سدوله حتى مشرق الشمس إلا نجماً واحداً نلاحظ أنه يتخذ مكاناً بعينه من الأفق لا يغيره أبداً ، وأن هذا المكان هو نفسه الاتجاه الذى تشير إليه أقصر الظلال للأشياء عند منتصف النهار ، فحمدت الله على

توفيقه لى إلى علامة أخرى أهتدى بها إلى غاياتى إذا جن الظلام .

ومن تاملاتى لصفحة السماء أيضاً أن النجوم الأخرى تدور طول الليل حول هذا النجم الهادى فى اتجاه معين من جهة المشرق إلى جهة المغرب كحركة الشمس فى الأفق بالنهار فأكبرت هذا النجم وهذه الآية الكبرى وألفته أكثر من غيره من النجوم، وأطلقت عليه اسم « النجم القطبي » وسميت اتجاهه المتعامد على خط المشرق والمغرب باتجاه الشمال .

كذلك فإن مجموعة بالذات من النجوم التى تجاور النجم القطبي وهى فى دورانها حوله لا تأفل من الأفق طول الليل وتدور فى نفس الاتجاه العام من الشرق إلى الغرب .



وعلامات وبالنجم هم يهتدون

وكما أمكن لى أن أحدد منتصف النهار وأقسم النهار إلى

فترات ، أمكننى كذلك من دراستى للنجم القطبي وحركة جيرانه من النجوم أن اهتديت إلى طريقة لتوقيت الليـــل أيضاً. وبملاحظتى لمجموعة معينة من هذه النجوم أطلقت عليها اسم « الدب الأكبر » ، وجدت أنها تظهر وقت غروب الشمس من ناحية المشرق تماماً ، وتنتهى إلى مكان المغرب قبيل شروق الشمس ، فأمكن لى بذلك أن أهتدى إلى علامة لمنتصف الليل أيضاً وذلك عندما تكون هذه المجموعة فوق النجم القطبي تماماً.

ثم مضى زمن طويل منذ نهضت من غفلتى ورأيت فى الآفاق آيات ربى التى علمتنى المنطق والبيان ، وكانت تملأ جوانحى طول هذا الزمن رهبة غريبة قاسية كلما نظرت وتأملت فى هذا الملكوت تطغى على رغبتى المتأصلة فى الكشف والاستطلاع . فظننت أول الأمر أن دنياى التى أتعلق بها فى هذا الكون أرضاً مسطحة ثابتة راسية ، يحيط بها من جميع الجهات خضم محيط يمنعنى ويحذرنى ألا أقترب من تيه المجهول عند حافة الدنيا ! أما السماء فكانت فى ظنى سقيفة كبرى فى هيئة قبة لازوردية جميلة تظلل الأرض وتحميها من عالم المجهول فيما وراء الرؤية . وتزين السماء بالنهار شمس منيرة تذرعها من أقصاها إلى أقصاها باعثة فيها الضوء والدفء والحياة . وأما بالليل فيتلألأ

فيها القمر مشيعا على الأرض ألوانا من السحر والجمال ، وتضيء في أرجائها مصابيح النجوم تهديني إلى مقاصدي وتكون مؤنستي في الوحدة والظلام ، حتى إذا جاء الصباح وخفتت المصابيح حتى انطفأت ، وغاب ضوء القمر ، عادت الشمس إلى الدنيا من حيث أتت بالأمس وكأنما اجتازت إليها ممراً سحريا خافيا أو سردابا سريا من تحت الأرض .

كانت هذه هي فكرتي الأولى عن هذا العالم الغامض الذي أوجدني فيه القدر ، ولكني كلما تدبرت وتأملت في عالم السماء كانت تساورني شكوك ممضة في أمر هذه الصورة التي بنيتها لنفسي في أول الأمر عن دنياي . ثم أخذ الشك يلح على نفسي إلحاحاً في هجر هذا الاعتقاد مع زيادة التأمل في ملكوت السماء حتى خشيت أخيراً أن تكون هذه الأرض التي أعيش عليها كروية الشكل كما يريد عقلي أن يراها ، وأنها ليست مسطحة بعد كل شيء ! ثم استبد بي هذا الظن بشدة أخيراً عند ما كنت أرقب السماء مرة فوجدت أن القمر ينتابه تغير غريب فيحمر لونه وكأنما هو يختنق ، ثم هو يتناقص حالا وكأنما يزحف على وجهه ظل مستدير فيتحول من بدر إلى أحدب إلى هلال ثم يختفي ، ثم هو يغيب قدر ساعة أو أكثر ثم تنجلى

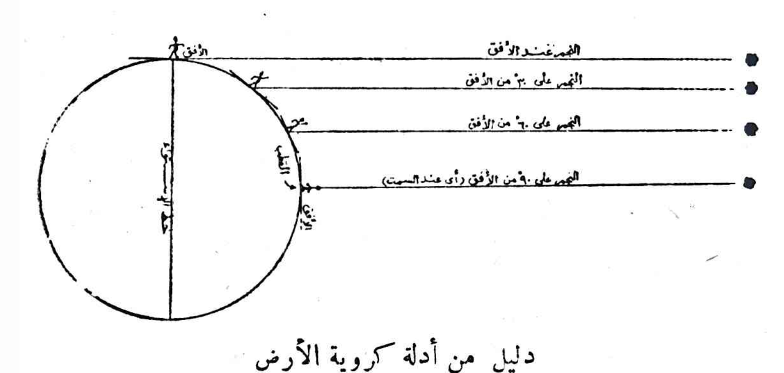
عنه الغمة ويكتمل مثل ما كان أولا ماراً بنفس السلسلة من المراحل ، ولكن بالترتيب العكسى . وقد لاحظت تكرار هذه الظاهرة على فترات منتظمة من ١٨ سنة تقريباً ، وسميتها « خسوف القمر » . وقد هالنى ما كان يحدث للقمر فى أول الأمر ، ثم كددت ذهنى فى أن أتفهم سببه وأفسره حتى وفقنى الله أخيراً إلى أن القمر جسم سماوى يدور حول الأرض فهو إذا تصادف أن وقع فى أثناء دورته هذه على خط مستقيم مع الشمس والأرض وكانت الأرض فى الوسط ، فإنها ستحجب نور الشمس عنه فيبدو وكأنه مخنوق إذ يخفت الضوء الذى يعكسه من الشمس شيئا فشيئا حتى يعتم وجهه تماما . ثم إنه عندما يجتاز منطقة ظل الأرض يعود منيرا كما كان بفضل ما يعكسه سطحه من نور الشمس الذى يقع عليه . وإذن فهذا الظل المستدير الحافة الذى يخفى وجه القمر شيئا فشيئا أثناء الخسوف هو ظل الأرض التى لابد أن تكون كروية كى تسقط ظلا مستديراً على وجه القمر .

ولكنى فى غمرة المخاوف والحيرة من أفكارى الجديدة كرهت أن يَصْدق حدسى فتكون هذه الأرض التى أسكنها كروية حقا ، ولا يكون وجودى عليها آمنا ! ! وحاولت

أن أرجع إلى اعتقادى الأول ، ولكن العقل لم يطاوعنى وحاول أن يهدىء روعى ويفسر لى دنياى على أنها قد تكون فى هيئة قرص دائرى الشكل بدلا من كرة كاملة ، وذلك حتى أطئن قليلا .

ولكننى كثيرا ماتساءلت لماذا لا يتصادف أن يقع ظل هذا القرص مرة على سطح القمر عند الخسوف فى هيئة خط أسود مستعرض ينتقل من قطب إلى القطب الآخر ! وإذا فلا مفر من الاعتقاد بأن الأرض كروية فعلا شأنها فى ذلك شأن القمر وبقية ما أرى من كواكب السماء ! وطويت سرى على مخاوفى ، وخاصمت منطق دهرا طويلا لأفر من مخاوف هذه الأفكار . ولكن المنطق لم يهجرنى حتى كشفت لى أخيرا عن ظاهرة سماوية أخرى أثبتت لى كروية الأرض على نحو لا يقبل الشك . جاء ذلك من تأملى فى أحوال صديقى القديم ؛ النجم القطبى ، الذى لاحظت أنه لا يغير مكانه فى صفحة السماء أثناء الليل فوق بقعة من الأرض ، وكان هدايتى دائماً لجهة الشمال . ولكنى وجدت أننى إذا أزمعت سفراً طويلا واتخذته هدايتى . فإنه كان يبدو وكأنه يتحرك معى صاعداً أو هابطاً فى السماء بمعدل ثابت دائماً . وكلما كنت أسير ١١٠ كيلو مترا بالضبط سواء

أكان ذلك إلى الشمال أو إلى الجنوب ، فإن وضع النجم القطبي فى الأفق يتغير تبعاً لذلك بمعدل جزء من زاوية قائمة يصنعها الأفق مع السمت . أى أننى إذا واصلت سفرى نحو الشمال فسيأتى وقت أجد فيه هذا النجم فوق رأسى تماماً فى أعلى مكان من السماء . وإذا واصلت سفرى فى اتجاه الجنوب فسيأتى وقت يكون فيه النجم نفسه عند حافة الأفق على امتداد البصر شمالا. ولما كانت هذه هى سيرة النجم القطبي دائما على أى خط سير فى رحلاتى يمتد شمالا أو جنوبا ، فلم يكن لى أن أختار أو أفر من المنطق بعد ذلك ، فهذه هى الحقيقة الكبرى : إن أرضى التى أعيش عليها كروية كجميع الأجسام السماوية الأخرى .



دليل من أدلة كروية الأرض

وعلى أى حال فإن هذه الفكرة التى لم أجد منها مهربا إذ ذاك كانت صدمة قاسية على نفسى الحائرة عندما تأكدت منها لأول مرة ، إذ لم يمكننى أن أتخلص من مخاوفى إزاء ذلك من أنه لو تابعت رحلاتى كثيرا على ذلك السطح المنحنى فقد يصل بى فى النهاية إلى النقطة التى تنزلق فيها قدماى فأهوى فى خضم الفضاء الذى نجوت منه بعد الحادث الخطير فى أول الرحلة وتعلق مصيرى بهذه الأرض ! ولكن الأمن لمخاوفى لم يغب عنى إلا قليلا بفضل ما أنعم الله على من حب للاستطلاع ، وما علمتنيه الشدائد من قوة الملاحظة . وقد جاءنى الأمن فى الوقت المناسب تماماً نتيجة لما دأبت عليه من ملاحظتى لسلوك الأشياء عند تحركها على الأرض ، فنجد أن كل شىء إذا ابتعد قليلا أو كثيرا فى الفضاء ثم صار إلى حالة سكون فهو ساقط إليها لامحالة ومستقر على سطحها لا يتحرك كأنما هى مغناطيس ضخم تشد إليها كل ما عليها من أشياء . وهكذا تجلى على ذهنى سر من أسرارها وهو خاصية الجاذبية التى أمنت مخاوفى وبددت عن يقينى آخر أشباح الشك فى نظريتى عن كروية الأرض . وإذن فلأشد . رحالى ولأسافر وأمعن فى السفر والاستكشاف فى كل ناحية من أقطار هذه الأرض شمالا وجنوبا

وشرقاً وغرباً لا أخشى على نفسى السقوط ، ولا حتى على دمى أن يهرب من رجلى فينسكب فى رأسى . . . كما كانت تزين لى مخاوفى قبل أن أكتشف ظاهرة الجاذبية .

ارتاحت نفس إلى ظاهرة الجاذبية الأرضية ، تلكم الظاهرة الجميلة المطمئنة وأخذتها على أنها أمر واقع وملاحظة عملية . ولكنى لم أدر لها سبباً فى أول الأمر ، لذلك فما لبثت أن بدأت أفكر فى سؤال جديد ، هل دنياى هذه راسية مثبتة فى الفضاء أم هى متحركة ؟ . . . وحتى هذه المرحلة كنت أعتقد أن الأرض كوكبٌ كرويٌّ ثابتٌ فى مركز « الكون »[1] كما أراه ، أما الشمس والقمر والنجوم والكواكب الأخرى فهى التى تدور حولها فى هيئة قبة سماوية محور دورانها خط يصل بين النجم القطبي ومركز هذه الأرض . وفى يوم من الأيام جاءنى ما يشككنى فى هذا أيضاً ؛ عندما سألت نفسى . ولماذا لا تكون الشمس هى مركز ذلك « الكون » وأن كرة الأرض وجميع زميلاتها السماوية من الكواكب الأخرى هى

---

(١) كوبرنيكوس سنة ١٥٤٣ . أول من نقض هذا الفرض . وأثبت أن الشمس هى مركز المجموعة الشمسية أما الأرض والكواكب الأخرى فتدور فى أفلاك محددة حولها .

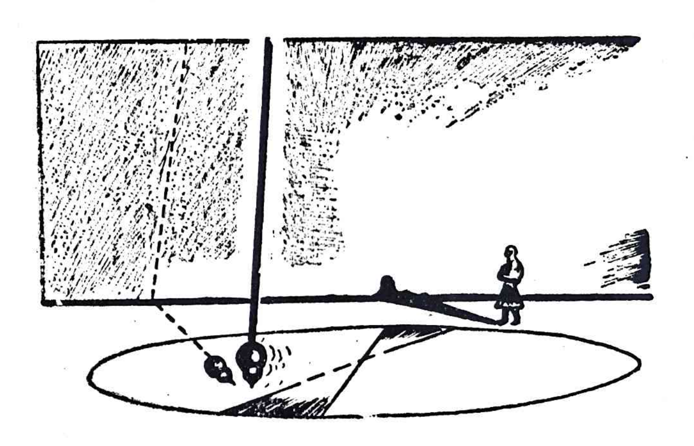
التى تلف وتدور حولها [١] ؟ وحيث إن كلا الاحتمالين ممكن منطقيا فقد عزمت على أن أتحقق مما إذا كانت الأرض فعلا تدور حول نفسها وحول الشمس أم العكس حتى أثبت على أحد المذهبين . وكان أول البراهين من ملاحظاتى على الأشياء عند سقوطها إلى الأرض بفعل الجاذبية ، فقد لاحظت أنى إذا صعدت جُرْفا عالياً وألقيت بحجر إلى الأرض فإن هذا الحجر لا يقع أبداً فى المكان الذى أحدده له رأسيا على الأرض تحت النقطة التى ألقى به منها ، بل إنه يستقر دائما على مسافة بسيطة نحو الشرق من هذه النقطة مما يدل على أن الكرة الأرضية نفسها هى التى تدور حول محورها من الغرب إلى الشرق [١] .

ولكنى بما فطرنى الله عليه من دقة ملاحظة ومن قريحة متعطشة للإثبات الوافى لم أكتف بهذا البرهان ، بل أعملت فكرى حتى أدعمه بتجارب وملاحظات أخرى . ومن هذه التجارب أننى فكرت يوماً أن أعلق بندولا طويلا على ارتفاع شاهق ثم أحرك البندول وأرى ماذا يحدث له . وجدت أنه يهتز جيئة وذهابا فى اتجاه محدد رسمته على الأرض ، وحيث إن

(١) تجربة خاليليو سنة ١٦٨٥ .

هذه الحركة هى نتيجة جاذبية الأرض أيضاً وليس هناك أى تأثير آخر على حركة البندول ، فقد تركته فى حركته مدة كافية ثم عدت إليه ودهشت أنى كنت على حق فيما ظننت ، وأن حركته قد انحرفت قليلا من الشرق نحو الغرب بالنسبة للخط الذى رسمته لاتجاهه الأصلى [١] .

والحقيقة أيها الإخوان أن اتجاه حركة البندول لم تتغير إلا ظاهريا فقط .

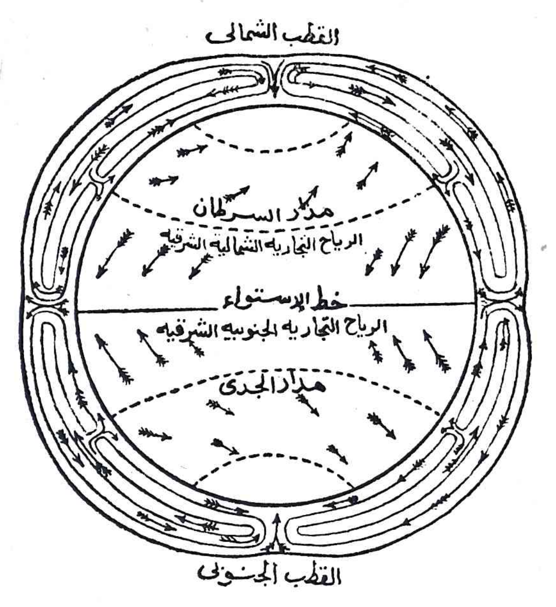


ما يخرطه هذا البندول على الأرض دليل قاطع على دوران الأرض حول نفسها .

---

(١) تجربة فوكو سنة ١٨٥١ .

أما سبب هذا الانحراف الظاهرى فهو برهان جديد على حركة الأرض حول محورها فى الاتجاه المضاد أى من الغرب إلى الشرق ! وتوالت على ذهنى فى أثناء رحلاتى براهين أخرى تثبت دوران الأرض حول محورها مثل مشاهداتى على اتجاه الرياح . فأنا أعرف أن الرياح تهب من تجاه القطب حيث يكون



من أول دوران الأرض حول نفسها

الهواء بارداً فتنساب نحو خط الاستواء حيث يكون الهواء ساخناً مما يجعله يصعد إلى الطبقات العليا من الجو ليحل محله تيار قادم من عنـد القطب . ولـكن الرياح التى تسود البحار الاستوائية وهذه أسميتها « الرياح التجارية » لاتتخذ هذا الأتجاه من الشمال إلى الجنوب تماماً ولـكنى لاحظت أنها تهب من الشمال الشرقى فى نصف الـكرة الشمالى ومن الجنوب الشرقى فى نصف الـكرة الجنوبى . أفليس هذا برهانا جميلا أيضاً على حركة الأرض حول محورها من الغرب إلى الشرق [1] والتى تـكون أسرع ما يمـكن عند خط الاستواء (بسرعة تفوق سرعة الرياح) ، وهى التى تظهر الرياح التجارية وكأنها تهب من الشمال الشرقى والجنوب الشرقى بدلا من الشمال ومن الجنوب تماماً .

هكذا ثبتت حركة الأرض حول محورها بسرعة هائلة . وربما تـكون هـذه الحركة هى السبب فى ظاهرة الجاذبية الأرضية .

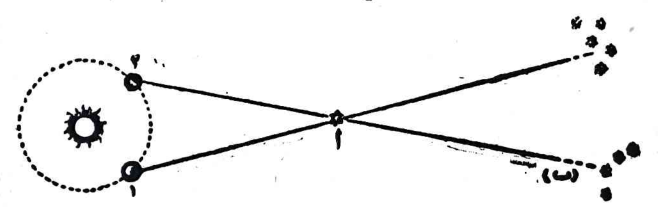
وأما دوران الأرض فى فلك معين حول الشمس فقد اكتشفته من دراستى الدقيقة وتأملاتى فى نجوم السماء . لقد

(١) قاعدة فارل (Farrl)

لاحظت أن منها ما هو قريب من الأرض ومنها ما هو بعيد عنها، وأنى إذا راقبت نجما معيناً من النجوم القريبة على مدار السنة وجدت أنه يظهر كأنه يغيِّر مكانه بالنسبة لمجاميع النجوم البعيدة حتى تتم السنة دورتها فيرجع إلى المجموعة التى كان معها فى أول الأمر ، وهكذا . فتحققت أن هذا دليل على تغير وضع الأرض نفسها حول الشمس .

وكان اكتشافى لدوران الأرض فى فلك ثابت حول الشمس تفسيراً لظاهرة حددت الفصول التى لم أكن أدرى لها سبباً قبل ذلك .

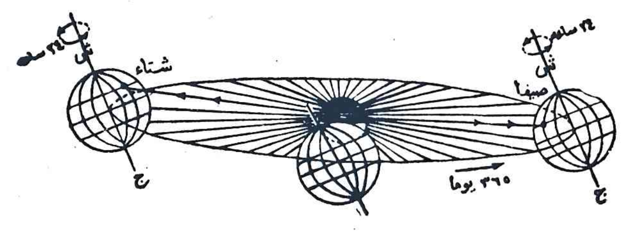
وكنت قد لاحظت قديماً أن الشمس تغير من ميل أشعتها



من ادلة دوران الأرض حول الشمس

على مدار السنة بما يوازى ٤٧°. ففى فصل معين من السنة تكون أقرب إلى العمودية وتصلى الأرض بشواظ من حرارتها. وهذا هو الصيف . ثم تأخذ فى الميل درجة درجة حتى ينتهى الصيف

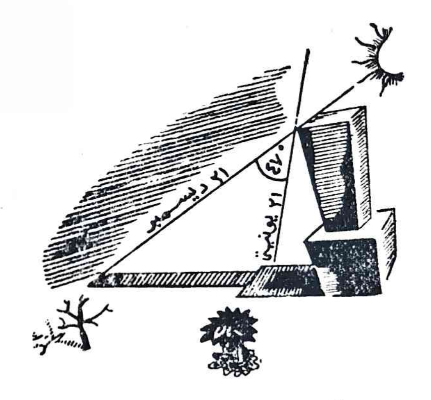
ويعتدل المناخ ، ويبلغ هذا الميل أقصاه بانتهاء العام عندما يحل الشتاء وتكون الأشعة قد انحرفت بمقدار ٤٧° عن وضعها فى الصيف،وهكذا على مر السنين . وساءلت نفسى كيف تكون



لماذا تحدث الفصول

الشمس ذات وضع ثابت فى مركز الأسرة الشمسية بالنسبة للكواكب ، ويحدث هذا التغيير بانتظام ؟! وأسلمت ذهنى لتفكير عميق ، ولم أهتد إلى جواب . واستبد بى التفكير من أجل حل هذا اللغز حتى بدأ الكرى يأخذ بجفونى ومالت رأسى قليلا فوقعت أشعة الشمس على عينى فانتبهت وإذا بالجواب يشرق على ذهنى . لم تكن الشمس لتقع على عينى لولا أن مال رأسى عن وضعه الأصلى . ولماذا لاتكون الأرض هى الأخرى مائلة بمحورها الذى تدور حوله ميلا معينا على مستوى مدارها حول الشمس؟ !إذ لو أنها تقطع مدارها حول الشمس ومحورها

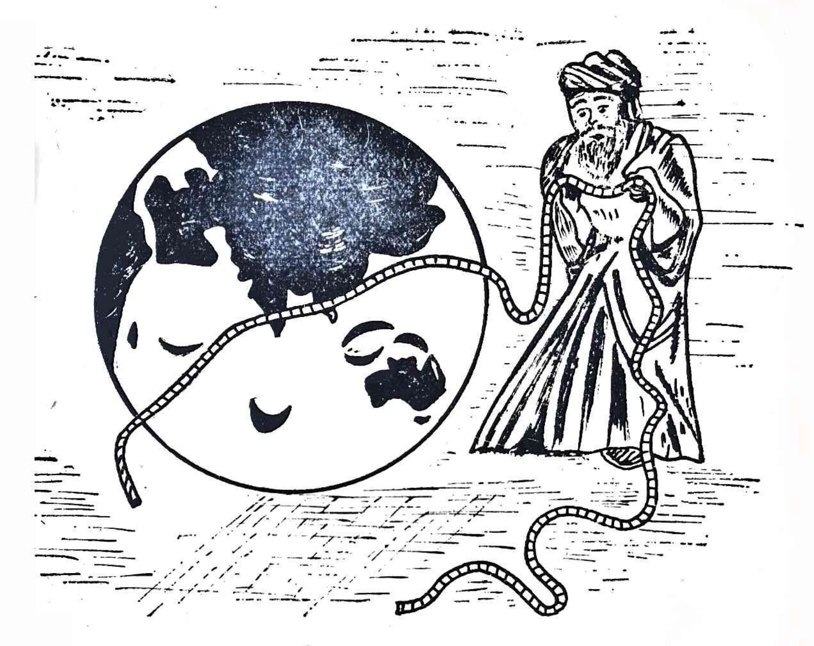
قائم على هذا المدار لـكانت أشعة الشمس على كل جزء منها على طول السنة بنفس الزاوية، فلا يكون هناك صيف ولا شتاء. ولـكن أما والحالة غير هذا ، فلابد أنها تدور حول الشمس ومحور دورانها حول نفسها مائل فى اتجاه ثابت . فبينما هى فى منطقة من فلـكها ونصفها الشمالى مثلا منكفيء فى اتجاه الشمس تقع أشعة الشمس على هذا النصف أكثر عمودية فتزداد الحرارة ويكون صيفا . أما إذا وصلت إلى المنطقة المقابلة فسيكون نصفها الشمالى منـكفئا بعيداً عن الشمس ، وبالتالى تقع الأشعة عليه بانحراف أكثر، وتنخفض درجة الحرارة ويكون شتاء . أما بين



ميل أشعة الشمس فى الصيف والشتاء .

هذين الوضعين فى فلكها فسيكون الجو معتدلا ويكون ربيعا أو خريفاً . ولقد وجدت بالبحث أن زاوية ميل المحور هى ٢٣,٥° (وهى بالطبع نصف مقدار زاوية انحراف ميل أشعة الشمس فيما بين الصيف والشتاء فى مكان ما) .

هكذا اهتديت — نتيجة لسعيي فى مناكب الأرض ، وتدبرى فى ملكوت السماء — إلى حقيقة المأوى الذى أتعلق به فى هذا الكون وطبيعة مكانه فيه : إن هو إلا كوكب كروى من بين كواكب السماء يدور حول محوره سابحاً فى فلك ثابت حول الشمس ، وتلكم الصفات والحركات التى أوضحتها هى التى يترتب عليها مانراه من ظواهر الليل والنهار والجاذبية والفصول وغيرها ولرب سائل يسأل عن أبعاد الكرة الأرضية وحجمها وهل أمكن قياسها ومعرفة أبعادها ؟ والجواب على ذلك غير بعيد : « فالواقع أنى فى يوم من الأيام سألت نفسى هذا السؤال . وحينئذ قررت أن أعين حجم هذه الكرة الجبارة ووزنها كذلك وليس يظن أنى درت حول الأرض بشريط لا نهائى الطول لأقيس أبعادها ؛ ولم أحاول أن أشدها إلى زمبرك ميزان جبار لأرى إلى أى الأرقام يومىء مؤشره . ولكنى استعنت على عنادى بالتفكير المنطق وتلمس



السندباد يقيس محيط الأرض

الحلول بتحليل ما أشاهده حولى من مظاهر طبيعته . وكعادتى عند الاستسلام للتفكير العميق ، لجأت إلى صديقى القديم النجم القطبي أتأمله وأستلهمه حلا لهذه المشكلة . وقد حدثتكم قبلا عن ملاحظاتى على تحرك النجم القطبي معى هبوطا أو صعودا فى صفحة السماء فى أثناء رحلاتى الطويلة بمعدل ثابت (كل ١١٠



السندباد يزن الأرض

كيلومترات شمالا أو جنوبا يتغير وضعه صعودا أو هبوطا على الترتيب بمقدار درجة واحدة من الزاوية القائمة التي يصنعها السمت مع الأفق) . ومعنى ذلك أنني لو تابعت سفري وأنا في نصف الكرة الأرضية الشمالي حتى بلغت خط استوائها حيث سأرى النجم القطبي على امتداد الأفق تماما في اتجاه الشمال ، أكون إذن قد قطعت ، لو أنني بدأت رحلتي من القطب الشمالي تماما ،

مسافة قدرها ١١٠ كيلو مترات × ٩٠ أى ٩٩٠٠ كيلو متر . وهذه إذن هى المسافة بين القطب وخط الاستواء فوق سطح الأرض ، وعلى ذلك يكون محيط كرة الأرض هو ٩٩٠٠×٤ ، أى ٣٩٥٠٠ كيلو مترا تقريبا . ويكون قطر هذه الكرة بالحساب هو ١٢,٧٠٠ كيلو متر تقريبا .

ولسائل أن يسأل كيف نتأكد تماما أن هذه الأرقام صحيحة خاصة وأننى أعترف بعدم قيامى فعلا بهذه المرحلة الشاقة من القطب إلى خط الأستواء بل إننى استنتجت حساباتى من تطبيق النتائج على جزء يسير من تلكم الرحلة . ولكننى قد تأكدت فعلا من صحة هذه الحسابات بمراجعة نتائجها على النتائج التى حصلت عليها من محاولة أخرى لقياس أبعاد الأرض . وكنت يوما من الأيام عند جنادل نهر النيل فوق مدار السرطان وتصادف أن كان ذلك اليوم أول أيام الصيف (٢١ يونيو) وكانت الشمس عمودية تماما فوق رأسى كما تأكدت من ذلك بملاحظة انعكاس أشعتها من قاع بئر عميقة هناك عند الظهيرة . وجعلت أفكر فى طريقة أخرى لقياس أبعاد الأرض .

وقلت لنفسى إن الجو يكون ألطف ـ ولاشك ـ فى مثل هذا اليوم على شاطىء البحر المتوسط فإن أشعة الشمس هناك

لن تكون عمودية هكذا ولكن مائلة قليلا . وقررت أن أمضى العام القادم على شاطىء البحر المتوسط على مسافة حوالى ٨٢٠ كيلومترا إلى الشمال من هذه المنطقة . وهناك وفى يوم ٢١ يونيو تماما ، عاودتنى أفكارى ثانية وكنت أرقب وقتها وضع الشمس فى السماء من ملاحظة ظل عامود قائم فى وقت الظهيرة فوجدتها تميل عن السمت بمقدار سبع درجات ونصف من ثلثمائة وستين درجة فتجلت على ذهنى فكرة طريقة عظيمة للتأكد من حساباتى السابقة . وقلت لنفسى حيث أن أشعة الشمس متوازية فإن ميلها عند شاطىء البحر المتوسط يعنى أن المنطقة التى بينه وبين جنادل النيل عند مدار السرطان هى قوس من سطح الكرة الأرضية تقابله زاوية قدرها ٧,٥° من الـ ٣٦٠ التى تمثل محيط الكرة . أى أن هذا القوس يساوى $\frac{١}{٤٨}$ من محيط الأرض كله . وإذن فمحيط الأرض يساوى (٨٢٠ × ٤٨) ٣٩٥٠٠ كيلومتر تقريبا[١]. والآن فما رأيكم فى هذه الحسابات ؟

ولم ينطق أحد من الجمع بحرف واحد ، فقد عقدت الدهشة الألسنة حتى قال السندباد الكونى : « أتودون أن تعرفوا الليلة

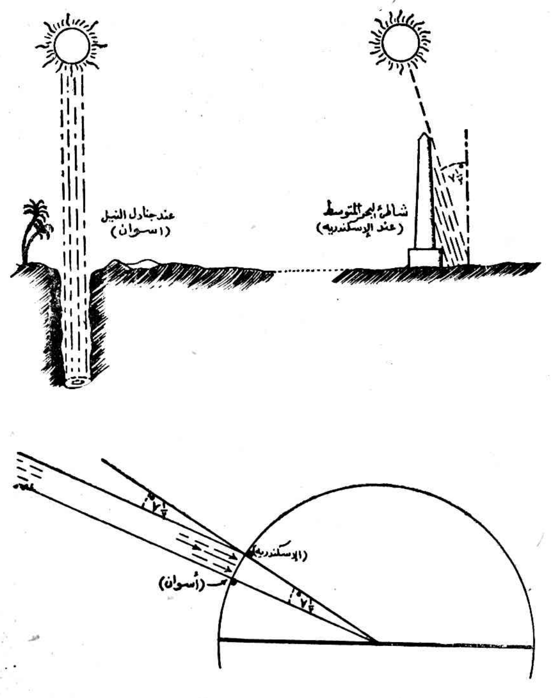
---

(١) تجربة إراطوسطين لقياس أبعاد الأرض ، عام ٢٥٠ ق . م

كيف وزنت الأرض ؟ أم نؤجل ذلك إلى غد ؟ » وتعالت الصيحات أن الليلة لا غداً » فنزل السندباد عند هذه الرغبة وقال:

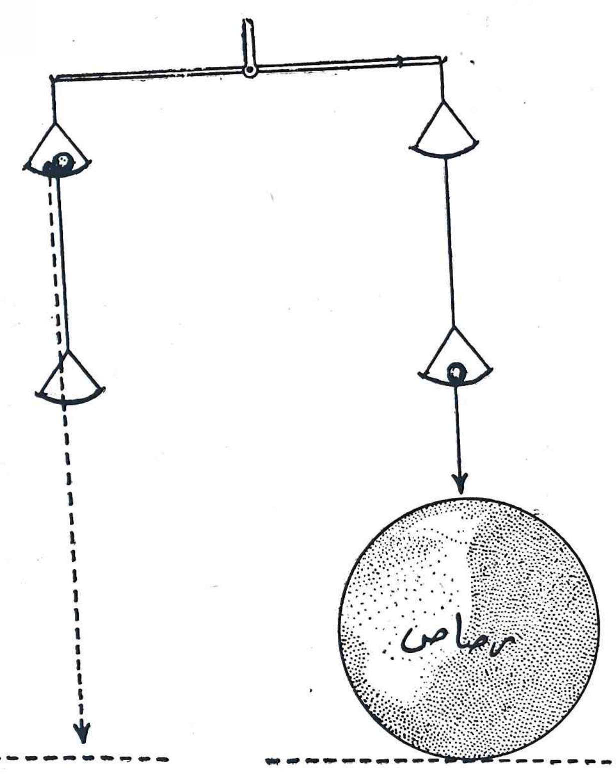
« تلكم كرة من الصخر جبارة حقاً يبلغ قطرها ١٢٧٠٠ كيلو متر فكيف لى بوزنها !؟ إنى لم أتعود أيها الإخوان أن أتراجع عن تحقيق فكرة مهما بدت بعيدة المنال ، فما عودنى عقلى أو منطقى أن يخذلنى إذا عزمت جاداً على حلِّ أية مشكلة. وفكرت مليا حتى لاحت لى فكرة جريئة ولكنها ليست على جانب كبير من السهولة . لذلك أرجو قبل أن أحدثكم عنها أن تعيرونى انتباهكم التام لحظة نستوعب فيها سوياً إحدى البديهيات أو القواعد البسيطة ، ألا وهى أن كل جسم يجذب غيره بقوة تتناسب تناسباً طردياً مع كتلتى الجسمين المتجاذبين وعكسياً مع مربع المسافة الفاصلة بينهما[١] أى أن قوة الجذب بين جسمين يمكن حسابها من حاصل ضرب كتلتيهما مقسوماً على مربع المسافة الفاصلة بينهما . وعلى ضوء هذه القاعدة قررت أن أصنع ميزاناً على طراز فريد ، تنازع الأرض فى السيطرة على كفاته كتلة كبيرة من جسم ثقيل ذات قوة جذب يمكن أن تؤثر فى توازن الذراعين تأثيراً ملحوظاً .

(١) قانون نيوتن فى الجاذبية (عام ١٦٨٤) .



تجربة لقياس محيط الأرض

وصنعت الميزان ، وهو ذو أربع كفَّات : كفتان علويتان مدلى من كل منهما كفة أخرى سفلية تبعد عنها بمقدار ذراع . ووضعت فى الكفة اليمنى السفلية ثقلا معينا ، ثم وضعت فى الكفة اليسرى العلوية ثقلا آخر بحيث يتزن الذراعان ، ولم يكن الثقلان



كيف توزن الأرض

متساويين بالطبع فهما على ارتفاعين مختلفين والأرض تجذب كلا منهما بقوة مختلفة . ثم جئت بكرة ضخمة من الرصاص تزن عدة أطنان ووضعتها أسفل الكفة اليمنى السفلية فاضطرب التوازن ، وكان هذا ولاشك نتيجة لقوة جذب قامت بينها وبين الثقل الذى فى الكفة فوقها[١]. ثم حسبت مقدار هذه القوة من حاصل ضرب الكتلتين مقسوماً على مربع المسافة الفاصلة بينهما . ولكى أعيد التوازن إلى الميزان ، وضعت صنجة دقيقة مناسبة بجانب الثقل الذى فى الكفة اليسرى العلوية .

وهنا ساءلت نفسى ما الذى أعاد التوازن فعلا إلى الميزان ؟ ليس هذا إلا قوة جذب الأرض ، لهذه الصنجة الدقيقة فى الكفة اليسرى وإذن فقوة التجاذب بين هذا الجسم الدقيق وكرة الأرض كلها تكافىء تماماً قوة التجاذب التى سبق حسابها بين كرة الرصاص والثقل الذى فى الكفة اليمنى . وحيث أن هذه القوة الجذبية التى اشتركت فيها الأرض لاستعادة التوازن إلى الميزان ، تساوى هى الأخرى وزن الصنجة الدقيقة مضروباً فى وزن الأرض مقسوما على مربع المسافة بينهما ، أى على مربع نصف قطر الأرض ، وأن كل هذه القيم التى ذكرناها معلومة

(١) قانون نيوتن فى الجاذبية (عام ١٦٨٤) .

فيما عدا كتلة الأرض ، فإن هذه الأخيرة يمكن إذن حسابها . وعكفت على هذه العملية الحسابية الجبارة حتى توصلت إلى الرقم الآتى لوزن الأرض ، وهو : ٦ × ١٠^٢٧ طن أى الرقم «ستة» مسبوقا بسبعة وعشرين صفراً أو ما يمكن أن يعبر عنه بستة آلاف تر ليون من الأطنان ! »[١]

ولم يحاول أحد من الحضور أن يسأل السندباد عما إذا كان قد قام بطريقة أخرى للتحقق من حساباته فى هذه المرة أيضا .

واستأنف السندباد الكلام بعد لحظة من الصمت فقال :

« قبل أن أستودعكم الله حتى مساء غد ، أعرفكم أننى كنت قديما قد حسبت متوسط كثافة[٢] الأنواع المختلفة من الصخور التى يتكون منها سطح الأرض فوجدتها حول (٢,٧) ، وكنت أظن أن هذا الرقم هو كثافة الأرض . ولكنكم لو تدبرتم حساباتى السابقة لحجم الأرض وكتلتها ، لوجدتم أنها تأتيكم بكثافة للأرض تساوى (٥,٥) . والحقيقة أن هذا الفرق فى التقديرين،

---

(١) هذا تبسيط جولى لحساب كتلة الأرض (عام ١٨٧١) . وهناك طرق أخرى غيرها جاءت كلها متوافقة بدرجة كبيرة ، نذكر منها طريقة كافندش (عام ١٧٩٨) .

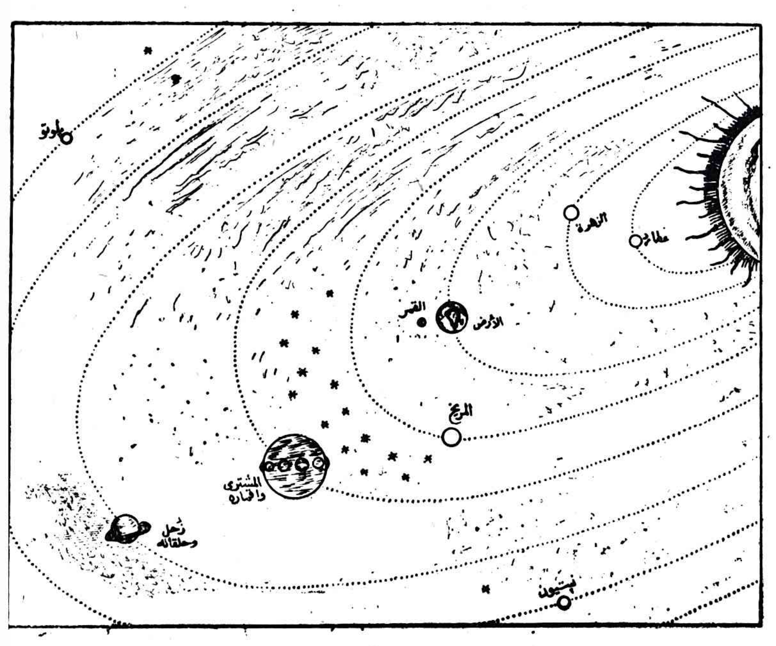
(٢) كثافة جسم ماهى خارج قسمة كتلته بالجرام على حجمه مقدراً بالسنتيمترات المكعبة أى هى وزن وحدة الأحجام من هذا الجسم .

جعلنى فى حيرة من أمرى مدة من الزمن ، فإما أن حساباتى وتجاربى المضنية هذه خطأ كلها ، أو أن صخور القشرة الأرضية شىء ، وما فى باطن الأرض شىء آخر غير هذه الصخور . . . وإذا كان الأمر هكذا ، فلا بد أن هذا الشىء الذى يكوِّن باطن الأرض مادة غريبة أثقل من صخور القشرة بكثير . ولذلك قررت أن أتأكد من طبيعة تلك المادة الباطنية حتى أطمئن على صحة حساباتى المضنية لحجم الأرض وكتلتها . ولكن لا تكدُّوا أذهانكم الآن أيها الأصدقاء فى التفكير فيما قد يحتوى عليه باطن الأرض ، فقد كلفنى معرفته الشىء الكثير من الجهد والفكر مما سأحدثكم عنه فيما بعد . أما الآن فأنتم فى حاجة إلى قسط من الراحة يعينكم على السهر معى فى الليلة القادمة لأدهشكم فيها بأخبار أخرى عن كوكبنا السعيد.

الأسرة السعيدة

جلس السندباد الكونى على أريكته فتصدَّر الجمع ، وحيّا ورحَّب ، والكل ينظر إليه فى إجلال وإكبار ، ويتشوق إلى مزيد من الأخبار ، فى قصة هذا الكوكب . فاستهل السندباد حديثه بأن قال : «هذا الكوكب الذى عرّفتكم بقصة لقائى به ، وتعرّفى على أحواله ، فَرْد من أسرة سعيدة ، كلها كواكب وأقمار ، سلالة بعضها من بعض، تتوسطها لؤلؤتها ومصدر كيانها جميعا : الشمس . وسأعرفكم الآن بأفراد هذه الأسرة الشمسية واحداً واحداً .

وأصغر أفراد هذه الأسرة وأقربها مدارا من الشمس هو كوكب عطارد ويبلغ قطره ٤٨٥٠ كيلو مترا ، وبعده عن الشمس ٥٨ مليون كيلو متر ، وقد اشتققت اسمه من العطردة (أى الجرى السريع) ، ذلك لأنه أسرع الكواكب دورانا حول الشمس فهو يقطع الدورة الكاملة حولها فيما يساوى ٨٨ يوماً من أيام الأرض . ولكنه دون غيره من الكواكب لايدور حول نفسه بل يواجه الشمس أثناء دورانه حولها بوجه



الأسرة السعيدة (المجموعة الشمسية)

واحد دائماً ! لقد توقف عن الدوران حول نفسه منذ عهد بعيد جداً فى تاريخ هذه الأسرة . إن قربه من الشمس جعل تأثير قوى المد والجزر التى تحدثها فى مادته قويا بالدرجة التى كبحت حركة دورانه حول نفسه . وهو فى هذا الأمر فريد بين الكواكب ولا يشبهه فى هذا إلا قمر الأرض الذى وصل إلى مثل تلك الحالة نتيجة لقربه منها هو الآخر . وهذه الحالة جعلت عطارد يمتاز بخاصية غريبة بين الكواكب ، فهو أحرها جميعا وأبردها كذلك فى وقت واحد . فقد ينصهر الرصاص على وجهه الحار المقابل للشمس دائماً والذى لا يخيم عليه ليل أبداً ! وقد تتجمد أخف الغازات على وجهه الآخر الذى لا يرى أشعة الشمس ولا يَطلُع له نهار أبداً .

وثانى أفراد هذه الأسرة بعد عطارد بُعداً عن الشمس هو كوكب الزُهرة أو « فينوس » سَمِىُّ إلهَة الجمال . والاسم على مسمى ولاشك ، فهو أجمل كوكب يرى فى السماء ، ويميزه ضوؤه الباهر الجميل . ويمكن مشاهدة الزهرة فى السماء قبيل الشروق أو عند الغروب . ولذلك فإنى أسميها أحيانا نجمة الصبح ، وأحيانا أخرى أسميها نجمة المساء . وقطرها يبلغ ١٢٠٠٠ كيلومترا ، وتبعد عن الشمس ١٠٧ مليون كيلومتر ،

وتقطع دورتها حولها فى ٢٢٥ يوما . وهى تدور حول نفسها شأن بقية كواكب هذه الأسرة غير عطارد ، إلا أن قربها من الشمس قد أبطأ حركتها حول نفسها كثيرا مما جعل طول اليوم عليها قدر طول يوم الأرض ثلاثين مرة على الأقل ، وبالتالى تصل درجة الحرارة عليها فى أثناء النهار إلى ما يقرب من درجة غليان الماء ، وفى أثناء الليل إلى ما دون نقطة تجمده بعشرين درجة !

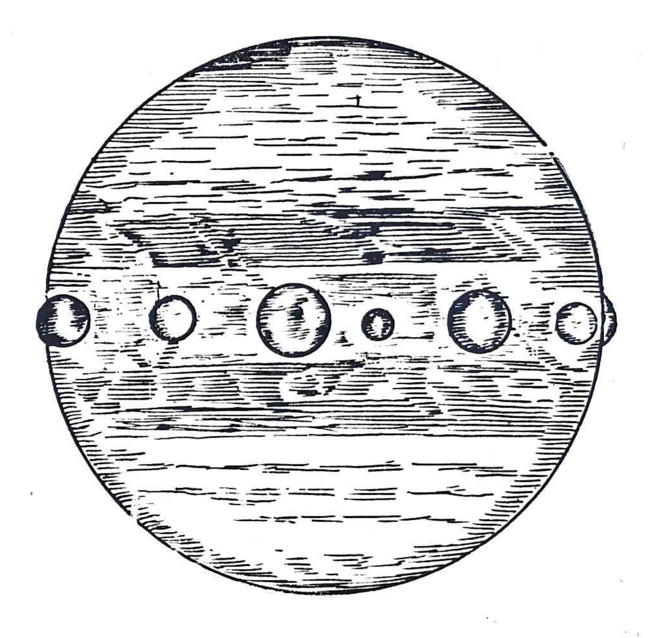
أما ثالث أفراد الأسرة الشمسية من حيث التدرج فى البعد عن الشمس فهو كوكب هذه القصة التى أرويها عليكم ؛ هو أرضنا الطيبة ، مسرح مغامراتى وكشوفى أثناء رحلتى التى أقص عليكم أخبارها فى هذه الجلسات ، وهو أرضنا التى عرفتم من صفاتها وطبيعتها الكثير والمثير مما رويته لكم فى جلستنا السابقة . وأرضنا تبعد عن الشمس ١٥٠ مليون كيلومتر ، ويبلغ قطرها ١٣٠٧٠ كيلومترا ، وتتم دورة كاملة حول الشمس فى ٣٦٥ يوما ، ودورة كاملة حول نفسها فى ٢٤ ساعة . وكل هذه ظروف سعيدة جعلت منها عروس الكواكب حقا : درجة حرارة مناسبة سمحت بتكثف الماء والاحتفاظ به فى حالة السيولة ، وتناوب معقول بين ليل ونهار وصيف وشتاء ، وقوة

جاذبية مكنت من الاحتفاظ بما تكثف فوق سطحها من مياه وما غلَّف كل هذا من هواء ، إلى غير ذلك من الظروف التى لولاها لما نشأت عليها الحياة فكان نشوؤها أعظم حادث فى تاريخ الأسرة كله ، ولما تطورت فوقها هذا التطور المعجز الجميل الذى أدى أخيراً إلى ظهور الإنسان . وإن نشوء الحياة وتطورها على سطح كوكبنا لفصل ممتع من قصة هذا الكوكب سيأتى دوره فى جلسة قادمة إن شاء الله .

ويلى الأرض إلى الخارج كوكب المرِّيخ الذى يبعد عن الشمس ٢٢٥ مليون كيلو متر ، ويبلغ قطره ٦٧٧٠ كيلو مترا ويتم حول الشمس دورة كاملة فيما يقرب من سنتين من سِنى الأرض ، وحول نفسه فى ٢٤ ساعة ونصف ، وهو يمتاز بين كواكب السماء بلونه الأحمر البرتقالى ومن ثم يستمد اسمه من اسم إله الحرب والدماء « مارس » .

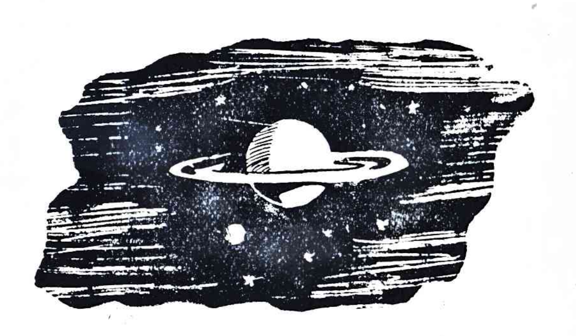
ويلى المريخ كوكب ضخم هو عملاق هذه الأسرة ، ويتميز بجمال وبهاء عظيمين ، وأحزمة ملونة تمتد بين قطبيه ، وحشد من الأقمار الصغيرة تدور متلألئة من حوله فكأنما هو عروس بدت فى كامل زينتها أو وجيه اشترى بماله جميعه كل هذه الزينة البهية ، ولذلك فقد سميته « المشترى » . وهذا العملاق أمره

غريب إذ هو أخف أفراد هذه الأسرة حركة حول نفسه فبينما يبلغ قطره ١٣٩٠٠٠ كيلو متر إذ هو يتم دورة كاملة حول نفسه فى عشر ساعات فقط أى أن متوسط طول نهاره خمس ساعات وكذلك ليله . أما طول سنته فيبلغ قدر طول سنة الأرض ١٢ مرة . وإنى أعتقد أن سرعة دوران هذا الكوكب



المشترى : أجمل إخوة الأرض

حول نفسه ترجع إلى خفة مادته والكواكب الأخرى خارج فلك المشترى كلها من العمالقة ، إلا أنها فى الحجم دون المشترى . ولكنها تُرى فى السماء صغيرة جداً لبعدها الكبير عنا وعن الشمس ، وهى على الترتيب : زُحَلُ وهو الكوكب ذو الحلقات البديعة التى تدور حوله ويبعد عن الشمس ١٥٠٠ مليون كيلومتر وأورانوس ويبعد عنها ٢٨٠٠ مليون كيلو متر ، ونبيتون ويبعد عنها ٤٥٠٠ مليون كيلو متر . أما أبعد الكواكب عن الشمس فهو بلوتو يبعد عنها مايقرب من ٦٠٠٠ مليون كيلومتر مما يجعله يستغرق ٢٥٠ عاماً من أعوام الأرض ليقطع دورة واحدة كاملة حول الشمس ! .



زحل : الكوكب ذو الحلقات الجميلة

هذه تسعة كواكب فى هذه الأسرة السعيدة ، كلهم إخوة ولكن كلا منهم يمتاز بطابع من الجمال خاص به ، وتربطهم كلهم علاقة وثيقة بالشمس : دورة دائبة منتظمة حولها كأنها رقصة كونية بديعة آية فى الانتظام . وقد نوهت فى تعريفى بأفراد هذه الأسرة عن أقمار تدور حول بعض الكواكب . فكم من الأقمار تضمها الأسرة الشمسية . إننا نعرف قمر الأرض معرفة جيدة ، فكم شغلنا هذا الجميل بدورته وأوجهه المختلفة وما يحدثه فى مياهنا من مد وجزر ، وكم سحرنا ضوؤه وجمال لياليه ، وكم سيطرت على عقولنا الرغبة فى الصعود إليه وكشف أسراره ؟ وكل الكواكب الأخرى ذات أقمار فيما عدا عطارد والزهرة فهما أصغر من أن ينجبا أقمارا. أما بلوتو فإنى لم أتمكن من رؤية أقمار له . وأكثر الكواكب ذرية من الأقمار هو زحل . فله تسعة أقمار ، ويليه المشترى وله ثمانية ، ثم أورانوس وله أربعة ، والمريخ له قمران ، ونبيتون له قمر واحد كالأرض . وهكذا يكون مجموع ما تزدان به أسرتنا الشمسية من أقمار ، خمسة وعشرين ؛ إلا أن أكبرها وأجملها جميعاً هو قمر كوكبنا الأرض .

هؤلاء هم من عرفت حتى الآن من أفراد الأسرة السعيدة التى تنتمى إليها الأرض التى نعيش عليها . وكل أسرة لها شجرة تمثل علاقات القربى المختلفة بين أفرادها ، ولها تاريخ لتطورها . وسأحدثكم الآن عن شجرة نسب الكواكب وتاريخ تطور الأسرة الشمسية .

ولن أدعى أننى عاصرت منشأ هذه الأسرة العريقة فى أغوار الماضى السحيق ؛ لأقص عليكم تاريخها وتطورها عبر الدهور من رأى العَين والمشاهدة . كما لن أدعى أننى ابتدعت للرجوع إلى الوراء عبر هذا التاريخ صاروخاً دوارا للسفر عبر الأزمان كالذى ابتدعه خيال بعض المحدثين [١] لأقف به فوق أحد أقطاب كوكبنا ثم أضغط على بعض أزراره فيدور بأقصى سرعته ضد اتجاه دوران الأرض حول نفسها (أى فى اتجاه الشرق) وبسرعة تفوق سرعتها فيسرى بى فى أغوار الماضى ،

---

(١) الإشارة إلى المؤلف الإنجليزى ه . ج ويلز فى كتابه « غزو الزمن » ١٩٤٢ ، والفكرة خيالية ولا ندرى ماذا تكون نتيجتها لو طبقت عمليا ؟ ولو أنه من المستبعد أن تؤدى إلى إمكانية السرى فيما مضى من زمان ورؤية الأحداث السابقة كأنما هى تنشر بعد طيّها .

وأمر فيما سلف من أيام وزمان . ومع ذلك فلن يكون هذا التاريخ ضربا من الرَّجم بالغيب أو تحليقاً بالفكر فى عالم الخيال أو الأساطير ، بل سأستخلصه لكم من مشاهداتى على النجوم والكواكب فى أفلاك السموات وتأملاتى فى أحوالها ومن مراقبتى للظواهر السماوية المختلفة والتدبر فى معناها وأصلها ونتائجها .

فى أزل سحيق من الزمان ، وقبل خلق الإنسان بالآف الملايين من السنين ، كانت فى الفضاء سحابة عظمى من الغبار والغاز تدوِّم حول جرمها الجبار ، ثم أخذت تلكم السحابة تتكثف وتنكمش فى بطء تحت تأثير قوة الجاذبية التى تتولد فيها ، وبالتالى تزداد سرعة تدويمها حول نفسها فترتفع درجة حرارتها وتنشأ فى داخلها نقط من مراكز الاضطراب . ثم مرت دهور طويلة حتى تجمعت مادة هذه السحابة أو معظمها حول نقطتين فتكون فيهما نجمان كبيران يدور كل منهما حول الآخر شأن معظم النجوم التى يمكن أن نشاهدها الآن لو دققنا النظر فى صفحة السماء (١) . ولم يكن توزيع مادة السحابة الأولى

(١) دلت المشاهدات بالمناظير المقربة أن معظم ما يمكن مشاهدته من النجوم فى السماء نجوم مزدوجة ، وان هناك احتمالا كبيرا أن شمسنا لم تشذ عن هذه القاعدة فى الماضى . والنجم القطبي ليس إلا مجموعة من خمسة نجوم يدور بعضها حول البعض كما أن الشعرى اليمانية نجم مزدوج .

عدلا بين النجمين الناشئين ، فكان أحدهما أكبر حجماً وأثقل مادة من الآخر مما جعله ينوء بمادته ولا يجد فى احتراقه الداخلى المعين الكافى من الطاقة التى تعول هذا الجرم الضخم ، فانتهى بعد دهور طويلة إلى الانهيار والانفجار . ولا تظنوا أننى أوفِّق فروضاً كثيرة حتى أصل إلى نتيجة معينة أفسر بها أصل أسرتنا الكوكبية ، فظاهرة انفجار النجوم ليست أمرا غريباً فى السماء، وقد لاحظت منها الكثير فى عصور التاريخ (١) أما أصغر هذين النجمين حجما فما زال يلمع ويدور فى فلكه فى السماء ؛ وهو شمسنا الحالية. وأما النجم العملاق الذى تهاوى على نفسه وانفجر فهو « نجم الأقدار » الذى تحطم وتطايرت أشلاؤه من الغازات والسحب الملتهبة فى الفضاء فكونت شيئاً أشبه بغلاف واسع قرصى الشكل التف عن كثب حول الشمس وأخذ يدور حولها. وأخيراً تماسكت أطراف تلك الغازات والسحب وانفصلت فى حلقات، وطفقت مادة كل حلقة منها تتركز حتى صارت فى هيئة

(١) أشهر انفجارات النجوم فى أثناء التاريخ الإنسانى هو ذلك الانفجار الذى شوهد سنة ١٠٥٤ وما زالت آثاره باقية حتى الآن فى السحابة التى تسمى سديم أبو جلمبو فى كوكبة الثور والتى تمثل أشلاء نجم قديم منفجر .

كرة ضخمة من الغاز أخذت تبرد شيئاً فشيئاً وتكون كوكبا يدور حول الشمس [١] . واستقرت إحدى هذه الكرات فى فلك لها يبعد الآن مسافة ١٥٠ مليون كيلو متر من الشمس ؛ تلكم هى الأرض عروس الكواكب ومحور هذه القصة .

ومنذ ذلكم الوقت السحيق بعد انفجار النجم القديم توأم الشمس ، وتكون الكواكب ؛ وأرضنا تجوب فلكها عاما بعد عام ناعمة فى رعاية الشمس ، كافلتها الحنون ، التى تمدها بالدفء والنور والطاقة، ولكن بقدر معلوم ، فلا يختل التوازن اللازم بين تحقيق الظروف المناسبة لنشوء الحياة وبين التدرج البطىء المستمر فى انخفاض درجة الحرارة العامة لمادة الأرض حتى تتكون لها قشرة صلبة خارجية ، لتكون فيما بعد مسرح تطور الحياة ونشاطها . ولم تكن الأرض فى طفولتها الأولى

---

(١) هذا تبسيط لأكثر النظريات الحديثة قبولا فى موضوع أصل الأرض والمجموعة الشمسية وهى نظرية ليتلتون وهويل ، وقد سبقتها بالطبع نظريات كثيرة قديمة كنظرية لا بلاس ونظيرية جينز وغيرهما وكلها فى الواقع تعتبر مراحل تطورية في تاريخ موضوع تفسير أصل الأرض والمجموعة الشمسية .

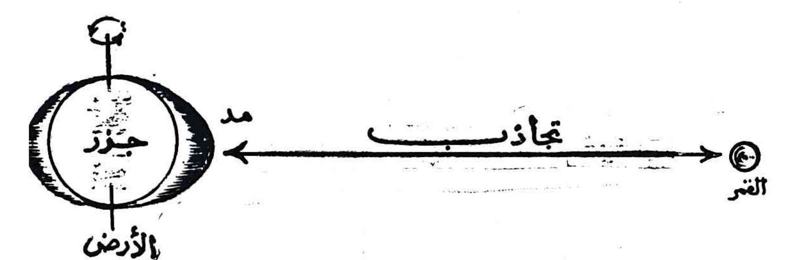
بنفس الحجم الذى هى عليه الآن بل أكبر كثيراً ، ولم يكن دورانها حول محورها بالسرعة الحالية بل أسرع جداً . ولما بلغت من العمر بضعة ملايين من السنين (١) كانت قد تكونت لها قشرة صخرية صلبة رقيقة نسبياً ، وكانت تتم الدورة الواحدة حول محورها فى أربع ساعات فقط لا أربع وعشرين كما هى الحال الآن » !

وهنا طغت على المكان همهمة واستفسارات انفرجت عن سؤال واضح من أحد الحاضرين ، قال : « سيدى الفيلسوف : إننا نريد أن نعرف كيف يمكن للمرء معرفة عمر الأرض ، وكيف يمكنه تقدير طول الليل والنهار عليها فى تلك الأزمان السحيقة ؟ ونرجوك ألا تأخذ استفسارنا هذا على أننا لا نثق بما تقول عن عمر الأرض وطول الليل والنهار فى الأزمنة الغابرة ، فنحن نريد بهذا ألا تحرمنا الاستمتاع بتفهم طريقتك التى تأكدت بها من هذه المعلومات ، فما زلنا نذكر إعجاز طرقك البارعة فى تقدير حجم الأرض وكتلتها » . ورد السندباد قائلا :

(١) موضوع عمر الأرض ، وكيفية حسابه سيكلمنا عنه السندباد السكونى في باب قادم .وهو توصل بطرقه المنابهة الدقيقة إلى أن الأرض قد سلخت من عمرها حتى الآن ما يتضاءل بجانبه هذا الرقم كثيرا .

« إنى لشديد الابتهاج بثقتكم فيما أدلى إليكم به من معلومات ، وفى نفس الوقت فإن حرصى أشد ألا تأخذوا عنى شيئا دون أن تثقوا به وبما أسوق عليه من براهين . وكل ما أرجوه أن تعفونى الليلة من شرح الطريقة التى عرفت بها عمر الأرض ، ذلك لأنى سأحدثكم عنها فى مناسبتها فى ليلة قادمة . ولو أخذتم ما ذكرت عن عمر الأرض ثقة حتى تحين تلكم المناسبة ، فإنى محدثكم الآن عن مسألة اكتشافى لاختلاف طول اليوم على أرضنا فى الأحقاب المختلفة من تاريخها .

كنت أقضى أياما أستجم على شاطىء أحد البحار ، وجلست مرة أفكر وأنا أرقب ظاهرة المد والجزر . وأنتم تعرفون أن المد والجزر يحدثان نتيجة لجذب القمر للأرض ومياهها فتعلو المياه فى ربع الأرض المواجه للقمر وكذلك ولكن بدرجة أقل



كيف يحدث المد والجزر

في الربع البعيد عنه ، بينما هي تهبط في الربعين الآخرين .
وبسبب دوران الأرض حول نفسها أن يقع في منطقة ما أثناء
أي يوم مد يصل بالماء إلى أقصى ارتفاع له في ظرف ست ساعات[1]
ثم يتلوه جزر يصل بالماء إلى أقل مستوى له في نهاية الساعات الست
التالية ثم يتلوه مد آخر بنفس الطريقة ثم جزر آخر ، ثم تتكرر
الدورة في اليوم التالي وهكذا . وظاهر من هذه الدورة الرباعية
أن ارتفاع الماء وانخفاضه عند نقطة ما عملية ظاهرية ، إذ أن
الماء كما قلت لكم يظل بارزا في الربعين المتقابلين من الكرة
الأرضية اللذين يقعان على خط واحد مع اتجاه القمر ، ومنخفضا
في الربعين الآخرين ، أما الحركة الدورية لطغيان الماء على
الساحل ثم انحساره ، فهي نتيجة لدوران الأرض حول نفسها
ودخول نقطة ما في منطقة المد ثم انتقالها بعد ست ساعات إلى
منطقة الجزر ، ثم بعد ست ساعات أخرى إلى منطقة المد الثانية ،
ثم بعد ست ساعات أيضا إلى منطقة الجزر الثانية وهكذا .
أي أن هناك حركة الأرض حول نفسها من غرب لشرق ،
وحركة أخرى ظاهرية للماء في ضد هذا الاتجاه نتيجة لمحافظة

---

(١) اى ربع طول اليوم ، وهو الزمن اللازم لإتمام الأرض ربع
دورة كاملة حول نفسها .

موجتى المد وموجتى الجزر لأمكنتها بالنسبة لاتجاه القمر
ولما طافت هذه التفسيرات بعقلى فى ذلك اليوم وأنا جالس
أفكر وأرقب ارتفاع المد وطغيان الماء شيئا فشيئا على الساحل أن
جرَّت فى أذيالها سؤالا خطيرا : أليست هاتان حركتين
متعاكستين ! فما هو ياترى تأثير إحداهما على الأخرى . وقدت
لنفسى : يخيل إلى أن موجتى المد الأبديتين تقفان كفرملة ثابتة
تعمل على عرقلة حركة دوران الأرض حول نفسها . وأقحمنى
هـذا التفسير فى معمعة كبرى من الدراسات الطويلة والحسابات
الشاقة لتقدير كمية الإعاقة التى تسببها موجتا المد لحركة دوران
الأرض حول نفسها .

وتوصلت أخيرا إلى أن ظاهرة المد تعمل على إبطاء سرعة
دوران الأرض حول محورها بمعدل ثانية كل ١٢٠,٠٠٠ سنة ،
أى أن اليوم يطول مداه على الأرض مع توالى العصور . إن
الرقم الذى وصلت إليه ضئيل حقا ، ولكنى تذكرت أنه يمكننى
أن أتأكد من صحته ، وبالتالى من سلامة الطريقة التى حسبته
بها ، لو أنه كان لدى سجلات لحوادث طبيعية دورية معينة تحدث
على فترات ثابتة تماما منذ مدة طويلة جداً . وكدت أطير من
الفرح عندما اكتشفت أن هذه السجلات عندى فعلا . فقد

كنت شديد الاهتمام كما تعرفون بظاهرة خسوف القمر التى حدثتكم عنها قبلا . وأنا من عادتى أن أسجل كل شىء عن أى شىء بدقة تامة وأحفظه عسى أن ينفعنى فى يوم من الأيام. ورجعت إلى سجلات تواريخ الخسوف على مدى أربعة آلاف عام خلت . ثم حسبت هذه التواريخ نظريا إلى الوراء على فرض أن طول اليوم ثابت لا يتغير ، فوجدت لدهشتى وغبطتى جميعا أن هناك فرقا يوازى ١٤ ساعة بالزيادة بين الحساب والسجلات .

وحيث إن أربعة آلاف عام تتكون من ١,٦٤٠,٠٠٠ يوم وأن ١٤ ساعة تتكون من ٥٠,٤٠٠ ثانية ، فتكون النتيجة أن اليوم يزداد طوله بمعدل $\frac{٥٠,٤٠٠}{٥,٤٦٠,٠٠٠}$ أو $\frac{١}{٣٠}$ من الثانية تقريبا ، أو بمعدل ثانية واحدة فى كل ١٢٠,٠٠٠ سنة ! وقد أمكننى بحساب معقد طويل يدخله كثير من الاعتبارات الفلكية أن أثبت أن طول اليوم على الأرض منذ نيف وألفي مليون سنة كان نحو أربع ساعات .

لقد هزتنى هذه النتيجة هزا عنيفا عندما فكرت فى عواقبها مليا ، إنها توحى بأن أرضنا كانت حاملا فى قمرها إذ ذاك ، وقد تم حملها وهى عذراء لم يمسسها كوكب قط ! وإليكم تفسير

ما حدا بى إلى هذا الاعتقاد . هى عملية حسابية أخرى لطيفة قمت بها ، فلقد حسبت سرعة دوران جسم كروى سائل حول نفسه ، حجمه يساوى حجم الأرض والقمر معا ، فوجدت أنها ٤ ساعات ! وهكذا تتوافق الحسابات الدقيقة فى جمال ومغزى يأخذ بالألباب . نعم لم يكن هناك قمر فى ذلك الوقت يدور حول الأرض .

ويحق لنا أن نتساءل هنا كيف انفصل القمر عن جسم كوكبنا ، وأية ظروف ساعدت على تمام هذه العملية ؟ لابد أن الأرض فى ذلك الوقت ظهرت عليها أعراض غير عادية حتى ولدت القمر . فنحن لو حسبنا حركة الاهتزاز الحر فى جسم كرة سائلة فى حجم الأرض والقمر معا وفى وضع الأرض من الأسرة الشمسية لوجدنا أنها تكون مرة كل ساعتين . وحيث أن ظاهرة المد التى لا شك أنها كانت تحدث بانتظام فى هذا الجسم من تأثير الشمس فقط فى ذلك الوقت ، كانت مرتين فى اليوم (كما هى العادة الآن) ، أى أنها كانت تتكرر كل ساعتين (أى نصف طول اليوم حينئذ) . وهذا توافق آخر أجمل وأغرب من سابقيه ، ومعناه أن فترة المد (الفترة بين مدين متتاليين) فى جسم الأرض حينئذ كانت تساوى فترة

الاهتزاز الحر لجسم الأرض نفسه ، مما كان يعمل على التزايد المستمر فى ارتفاع موجة المد التى كانت تواجه الشمس .

وقد وجدت بالحساب أنه لكى تصل هذه الموجة إلى الارتفاع الذى يؤدى إلى تخلخلها ثم انفصالها عنه (وهو من الحساب حوالى عشرة آلاف كيلو متر) يلزم أن تعلو وتهبط مليونى مرة على الأقل . وحيث إن موجات المد كانت الواحدة منها تتلو الأخرى على فترات من ساعتين ، فإنه قد لزم لانفصال إحداها عند ما كانت فى مقابلة الشمس يوما ما ، فترة قدرها خمسمائة عام من العلو والهبوط . خمسة قرون مضت علواً وهبوطا فى سطح جسم الأرض الأولى حتى انفصل عنها القمر : طفلها الجميل فأى حمل هذا وأية ولادة ، بل أى مخاض هذا الذى استمر خمسة قرون حتى وضعت الأم وليدها ؟ ! ولكن لا تعجبوا فالوليد المرموق هو قمرنا الفريد : فتنة السماء ، وأجمل أقمار الكواكب جميعا .

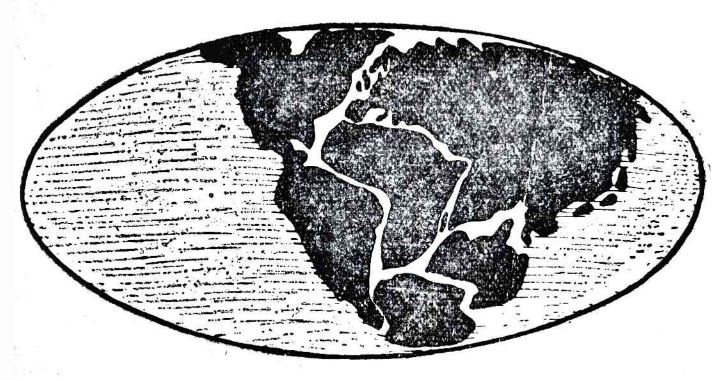
ويبدو لى أن الأرض فى الوقت الذى كاد القمر فيه أن ينفصل عنها تماما ، كانت فى أوائل المرحلة التى بدأت تتصلب لها فيها قشرة صلبة رقيقة ، وعندى على هذا دليلان . أولهما : أنى عندما حسبت كثافة القمر وجدتها (٣,٣) وهى شىء بين



الأرض ولدت القمر

كثافة صخور القشرة الأرضية (٢,٧) والكثافة العامة للأرض (٥,٥) التى عرفتكم بطريقة حسابى لها سابقا . وثانى الدليلين هو تلك الندبة الواضحة الغائرة فى قشرة الأرض والتى نسميها الآن بالمحيط الهادى . ويبدو أنه عندما انفصل القمر مخلفا هذه الندبة فى القشرة الأرضية الأولى ، كان رد الفعل من الناحية

المقابلة من القشرة حدوث تصدعات بها . وظلت الأجزاء التى بين الصدوع تنجرف الواحدة بعيدا عن الأخرى حتى تكونت بقية المحيطات والقارات . ونحن لو أمعنا النظر فى خريطة العالم لأدهشنا ذلك التوافق الدقيق بين الشواطىء الشرقية لقارتى أمريكا والشواطىء الغربية لقارتى أوروبا وأفريقيا ، وايضا ذلكم التوافق الجميل بين الشواطىء الغربية للهند واستراليا والشواطىء الشرقية لإفريقيا وجنوب وشرق الجزيرة العربية ، وغير ذلك .



آثر انفصال القمر من الأرض

وليس الاحتمال أن يكون تشابه الشواطىء المتقابلة فى كل

القارات مجرد صدفة ، بل أن يكون دلالة واضحة على أن القشرة الأرضية كانت وحدة واحدة قبل انفصال القمر ، ثم تصدعت وتشققت من جراء هذا الانفصال ، وظلت القطع المختلفة منها تنجرف بعضها بعيدا عن بعض حتى اتخذت أوضاعها الحالية أخيرا بسبب تجمد الطبقة التى تحتها فحدّ ذلك من حركة انجرافها كثيرا .

ومنذ انفصال القمر وتكون القارات والمحيطات دبّ فى القشرة الأرضية اضطراب مستمر على نطاق واسع ، وظلت تتنازعها قوتان متضادتان : إحداهما عوامل الحت والتفتيت لصخور القارات بتأثير العوامل الجوية وخاصة منها سقوط الأمطار وجريان الأنهار ، ثم نقل الفتات الناتج بالريح أو الثلج أو الأنهار حتى يصل إلى مستقره فى قيعان البحار والمحيطات ، وهناك يترسب فى هيئة طبقات بعضها فوق بعض مثل صفحات الكتاب . والقوة الأخرى ، هى عوامل الطى والتصدع والرفع الناشئة عن حركة الانجراف البطيئة للقارات من ناحية ، وعن عوامل الشدّ والضغط التى تتعرض لها القشرة نتيجة للانكماش المستمر للباطن بتزايد البرودة . وهذه القوة الأخيرة

و نتائجها هى المسئولة عن قيام الجبال التى تتناولها القوة السابقة بالحت و التفتيت و هكذا .

لقد ظلت أرضنا دهوراً طويلة منذ انفصال القمر وخلال التاريخ المبكر لهذه المعركة الدائبة الدائرة بين قوى الحت وقوى البناء فى قشرتها ، عالما موحشا لا أثر فيه للحركة إلا ما يصدر عن العوامل الطبيعية من مد أو جزر أو قصف ريح أو هدير شلال أو انفجار بركان ، ولا أثر فيه للجمال إلا من ألوان الشفق أو انعكاس وهج الشمس على أسطح الصخور الجرداء أو القمم المغطاة بالجليد . أما نشاط الحياة ، وجمال الحياة ، من حركة رشيقة أو تغريدة رخيمة أو زهرة أنيقة أو فراشة رقيقة ، فلم تكن أرضنا قد عرفت هذا بعد ، حتى كان يوم من أيام ذلكم الحقب السحيق من عمر الأرض قبل نيف وألف مليون سنة عندما تقمصت بعض مادة البحر صفة جديدة عجيبة فكانت بذرة الحياة التى أنبتت تلكم الشجرة المباركة التى نمت وترعرعت على مر الأحقاب حتى توّج قمتها ظهور الإنسان .

وإلى لقاء قادم أستأنف معكم فيه حديث الحياة إن شاء الله» .

رحلة فذة

انتظم الجمع الكبير انتظاراً لمقدم السندباد الكونى ، وطفق الحاضرون يتجاذبون أطراف الحديث ، ويتذاكرون ما أدهشهم به السندباد الكونى فى الجلستين السابقتين من أخبار هذه الأرض ومن بديع أساليبه وفنونه فى الكشف عن طبيعتها وأصلها وتحقيق نسبها وتاريخ حياتها الأول . وقد علت الهمهمة وانتعش الحوار ، فكل لديه الآن من المعلومات عن هذا الكوكب ما يتجاذب به أطراف الحديث مع صاحبه ، وما يجعل الجميع أكثر تشوقاً وتطلعاً لمزيد من الأخبار ، وتكهنا بما ستأتى به بقية القصة من مفاجآت وما تكشف عنه من أسرار . وما إن لاح الفليسوف الكبير حتى ساد الصمت ، فأخذ فى الكلام :

« وصلنا فى قصة كوكبنا إلى وقت أن طارت عن جسمه فلذة عزيزة على أبنائه جميعا ، ولكنها لحسن الحظ لم تتشتت هباء فى الفضاء بل تكورت حتى صارت قمراً جميلا ما زال يدور فى كنف الأرض ويزود أهلها بألوان من البهجة والسحر

والجمال . ومنذ ذلك الوقت وبعد أن التأمت الندبة التى تركها انفصال القمر فى القشرة الرقيقة للأرض ، ظلت الأرض تبرد وتزداد قشرتها الصلبة ثخانة على مر الدهور وتعرضا لحركات التقلص والطى والتصدع والتعرية التى أسفرت عن كل هذا الجمال الذى نشاهده الآن فى الطبيعة .

وقبل أن أحدثكم عما مر بقشرة الأرض من أحداث وتطورات حافلة مثيرة منذ ذلك الوقت حتى وصلت إلى ماترونها عليه الآن ، يحق لكم أن تسألونى عما تطويه هذه القشرة بداخلها من عالم لا نراه ولكننا نلمس آثار ما يجيش فيه من اضطراب عظيم ، وما يسوده من ظروف غير عادية . فما تلكم الرجفات التى تنتاب الأرض فى أماكن كثيرة فتقض مضاجعنا وتهدد أمننا وسكننا والتى نسميها بالزلازل إلا لمحات خاطفة تعبر عما لا نعرفه من الظروف فيما وراء القشرة . وتلكم الحمم من الصهير الصخرى الذى يندلع على السطح أو ينقذف فى الفضاء بقوة مروعة وما يتصاعد معه من غازات محترقة وأبخرة ورماد مما نسميه بنشاط البراكين تنبىء عن عالم جوفى حمىء غريب لا تحجزه عنا غير هذه القشرة الصخرية الخارجية . كم يا ترى تبلغ ثخانة هذه القشرة الآن ؟ وماذا تخبىء بداخلها من أسرار؟

وأى سبيل إلى قياس سمكها والتحقق مما ينطوى تحتها ؟ وكعادتى فى حل ما قابلنى من مشاكل فى دراستى لهذا الكوكب أطلقت لفكرى العنان ، وتركته يتدبر فى أمر كل الظواهر الطبيعية التى تتعلق بهذا الموضوع ويستلهمها الوحى حتى وجد سبيله أخيراً إلى الحل الصحيح بوحى من إحدى هذه الظواهر .

ولو أنى شرعت أدلى إليكم بما توصلت إليه من معلومات وأرقام وأوصاف لما يحويه عالم باطن الأرض لوجدتم صعوبة كبيرة فى تصور هذه المعلومات وكيفية الحصول عليها . لذلك فإنى سأدعوكم الليلة إلى مصاحبتى فى رحلة فذة حقاً ، نصل فيها إلى مركز الأرض فنلمس بأنفسنا تركيبها الداخلى وما يسود باطنها من ظروف » .

وهنا ترددت فى المكان غمغمة وأصداء لعبارات الدهشة المختلطة بأمارات الفزع والاستفسار . ففى الجلستين الماضيتين كان فيلسوفنا يدهش مستمعيه بالشرح والتفسير فقط لفنونه وأساليبه فى الكشوف ، ويدلى إليهم بخلاصة ما وصل إليه من نظريات . دون أن يدعوهم إلى مشاركته العملية فيما يخوض فيه من مغامرات من أجل تحقيق ذلك . أما الليلة ، فهذه دعوة

صريحة إلى ما يظهر أنها كانت أخطر مغامرة قام بهـا فعلا . وارتسمت على وجه السندباد الكونى ابتسامة عريضة بها ألوان من الإشفاق والاستنكار والترقب . وسادت فترة قصيرة من الصمت والجو المشحون بشتى التكهنات والانفعالات حتى استأنف السندباد الكلام فقال :

« مالكم فرقتم هكذا ؟ فبالله لا تخشوا على أنفسكم شرا من هذه الرحلة ، فقد أعددت العدة بما يكفل لكم الأمان ولن يصيبكم خلالها أى أذى » .

وهنا قال قائل : وكيف لا نجزع وقد ذكرت لنا بنفسك الآن ما ذكرت عن تلك الحمم من صهارة الصخور التى تندلع كالسيول من باطن الأرض . ثم تطلب إلينا أن ننزل حتى نبلغ مصدرها ! . »

واستطرد السندباد فقال « نعم لا تخشوا على أنفسكم شراً وإنى لأعرف أيضا أن درجة الحرارة تزداد باطراد مع التعمق فى قشرة الأرض بمعدل ثلاث درجات لكل مائة متر ، أى أنها تبلغ درجة غليان الماء عند عمق كيلو مترين ونصف فقط على أساس أن متوسط درجة الحرارة على السطح هو ٢٠ درجة

مئوية . وما هذا العمق شيئا يذكر بالنسبة لهدفنا الذى نريد بلوغة عند مركز الأرض فهو لا يزيد على ١/٣٠٠ منه . »

وصاح مستمع آخر : « نعم ، أى أننا إذا وصلنا إلى العمق الذى ذكرت فسنسلق سلقا ، ناهيك بما ينتظرنا إذا تعمقنا أكثر من ذلك . أليست الصخور نفسها تنصهر عند عمق ٥٠ كيلو مترا فقط من السطح حيث ستصل درجة الحرارة على أساس الحساب السابق إلى أكثر من ١٢٠٠ درجة مئوية . فبالله حدِّثنا، أية عدة تلك التى أعددتها لتحفظنا فى خلال هذه الرحلة من شرور هذا الجحيم . »

فرد السندباد : « نعم ، إنى أعرف أكثر مما وصلتَ إليه من استنتاجات ، ولكنى لن أستطرد فى ذكر تفاصيل ما أعرف فأفسد عليكم عنصر المفاجأة فيما سنقابله فى رحلتنا »

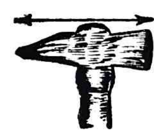
وهنا ارتسمت على وجوه القوم أمارات الحيرة والوجوم ، وصدرت شهقات أعلى من سابقتها وكأنما هى نوع من الاستغاثة أو الاستعاذة ، فأشرقت على وجه السندباد الكونى ابتسامة أعرض من سابقتها ولمع فى عينيه بريق الرضا بنجاح الدعابة التى انطلت على سامعيه ، ثم قال : هونوا عليكم ، وثقوا أنى لن أسلمكم لأى سوء ، فنحن لن نبرح مكاننا هذا فى أثناء الرحلة :

بل إنى سأصحبكم إلى مركز الأرض ونحن جلوس فى مجلسنا هذا ! . . وأنا نفسى لم أجازف فأقوم بتحقيق مادار بخيال جون ڤيرن [1] فى روايته المشهورة من النزول إلى باطن الأرض بالفعل لمعرفه أخباره ، ولكنى أرسلت فى طلب هذه الأخبار عفريتا من رسلى الخفاف فأتى إلى بها فى لمح البصر كما أتى عفريت الجن إلى سليمان بما أراد من سبأ قبل أن يرتد إلى الحكيم طرفه . وهنا ارتفع صوت يقول : بالله كفاك لعبا بقلوبنا أيها الفيلسوف العظيم ، وكفاك إضناء لنفوسنا من التشوق إلى سماع هذه الأخبار ، فهلا أفصحت لنا كيف توصلت إليها ؟ وكيف وثقت من صحة ما جاء به إليك هذا العفريت الخفيف ، ومن هو هذا العفريت ؟ » فقال السندباد : « إن الرسل التى أرسلتها إلى باطن الأرض ليست عفاريت من الجن ، بل الزلازل التى تهز القشرة الأرضية . ألم أقل لكم فى أول الحديث أنه قد جاءنى الوحى فى كشف أسرار باطن الأرض نتيجة لتأملى فى أحوال الظواهر

---

(١) جون ڤيرن روائى فرنسى توفى سنة ١٩٠٥ واشتهر بقصصه البارعة عن المغامرات والرحلات وتحول أخيراً إلى تبسيط العلوم وكتابة القصص الخيالية العلمية ومن أهمها « رحلة إلى القمر » .

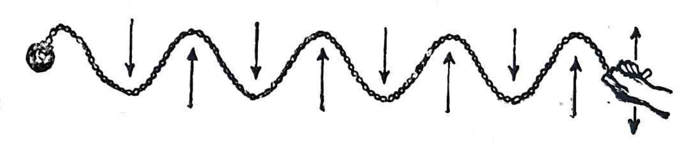
الطبيعة التى تصدر عن الأرض نفسها ؟ إن الزلازل إذا انتابت جزءا من الأرض فإنها تهز منطقة كبيرة محيطة به هزاً تصدر عنه موجات اهتزازية تنتشر فى معظم جسم الأرض كما تنتشر موجات الماء فوق سطح بركة ألقى فيها بحجر . وهذه الموجات الاهتزازية تنتشر فى الأجسام الصلبة والسائلة بسرعة كبيرة تكاد تقرب من سرعة الصوت . وقد أمكننى تميز نوعين من الموجات الاهتزازية التى تنشأ فى الأجسام المضطربة . فهناك موجات تسرى فى الجسم المضطرب كما تسرى حركة الانضغاط فى زمبرك طويل أفقى إذا طرقه أحد فى اتجاه استطالته من أحد



الموجات التضاغطية أو الابتوائية

طرفيه ، وقد سميت هذه الموجات بالموجات الطولية أو موجات التضاغط . وهناك موجات أخرى تحدث أيضا فى الأجسام المضطربة ، وهى تشبه الحركة التى تنشأ فى حبل مربوط من أحد طرفيه فى حائط وتهزه من أعلى إلى أسفل يد تمسك به من الطرف

الآخر . وقد سميت هـذه الموجات بالموجات المستعرضة أو موجات التهشيم ، ذلك لأنها إذا نشأت فى أجسام صلبة وكانت شديدة جداً فقد تؤدى إلى تهشيمها .



الموجات المستعرضة أو الثانوية

وقد لاحظت كذلك أن الأجسام التى تتعرض للاضطراب يكون سريان الموجات الاهتزازية الطولية فيها أسرع من سريان الموجات الاهتزازية المستعرضة . ولهذا فقد سميت النوع الأول كذلك بالموجات الابتدائية والنوع الثانى بالموجات الثانوية .

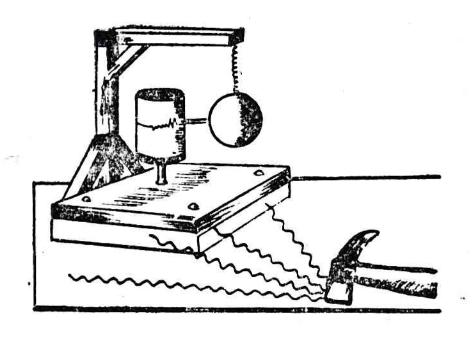
كما أنى لاحظت أيضا أن الموجات الابتدائية تسرى فى الأجسام الصلبة والسائلة على حد سواء ، بينما الموجات الثانوية لاتسرى إلا فى الأجسام الصلبة فقط وهى كما قلت إذا كانت قوية جدا قد تصل إلى حد تهشيمها .

والآن فلنترك التجربة التى على نطاق ضيق ، ونتأمل ماذا يحدث فى الطبيعة . ولنسأل أنفسنا أولا لماذا تزلزل الأرض

فى مكان ما ؟ لقد عرفتكم فيما قبل أن أرضنا فى حالة انخفاض مستمر بطىء فى درجة حرارتها منذ نشأت حتى اليوم ، وأن هذا هو السبب فى تصلب قشرة خارجية صخرية لها . وأن هذه القشرة تزداد سمكا على مر العصور ، وهى كذلك تتعرض للتغضن والتصدع والتمزق فى كثير من أنحائها نتيجة للتقلص المستمر فى الداخل ، تماما كما تتغضن وتتشقق قشرة البرتقالة مع انكماش داخلها ولو أن هذا ينكمش بالجفاف لا بالبرودة . وهذه التشوهات والتصدعات التى تدب باستمرار فى القشرة الأرضية تتسبب كثيرا فى انزلاق الأجزاء المصدعة بعضها فوق بعض ، مما يحدث اضطرابا عظيما فى هذه الأجزاء فتهتز له المناطق المجاورة وكأنما ألقى فى ماء بركة بحجر فاهتزت له صفحتها جميعها ، وهكذا تنتشر موجات الاهتزاز من بؤرة الزلزال إلى ماشاءت لها قوة الزلزلة أن تنتشر عبر هذه الكرة الأرضية.

والزلازل الضعيفة لا تحدث اضطرابا كبيرا فى القشرة ولا تتعمق موجاتها كثيرا فى باطن الأرض ، أما الزلازل الكبرى فتتعمق موجاتها حتى تصل إلى الباطن ثم هى ترتد إلى السطح كما يرتد صدى الصوت عندما تصطدم موجاته بأسطح الجبال البعيدة . وقد فكرت فى صنع جهاز أستقبل به أصداء موجات

الزلازل المرتدة من أعماق الأرض فور خروجها على السطح فهي لابد محدثتي عما تعانيه في الباطن في أثناء رحلتها ذهابا وإيابا حتى تقفل راجعة إلى السطح .



جهاز رصد الزلازل

إن كل ما أردت أن أحققه في هذا الجهاز هو أني أصنع شيئا يمكن أن يظل ثابتا تقريبا في الوقت الذي تهتز فيه القشرة الأرضية وكل ما عليها من تحته إلا إياه . وكنت قديما قد لاحظت ظاهرة طبيعية لطيفة سميتها « القصور الذاتي » وهي ميل كل جسم ساكن حر إلى الاحتفاظ بوضعه في حالة السكون . وقررت أن أستغل هذه القاعدة في تحقيق ما أريد في هذا الجهاز . لذلك أقمت قائما رأسيا مثبتا في الأرض بإحكام ، وتمتد من هذا القائم ذراع أفقية ثابتة دليت من طرفها زمبركا يحمل

ثقلا كبيرا ، ووجدت أن الأرض إذا اهتزت يهتز القائم والذراع فيما عدا الثقل الذى يظل ثابتا فى وضعه تقريبا نتيجة لما يتمتع به من قصور ذاتى كبير بفضل تعلقه فى زمبرك . والآن فكرت لو أننى ثبت قلما فى طرف الثقل المقابل للقائم وثبت قاعدة عند أسفل القائم أركب عليها فى مواجهة القلم أسطوانة تدور حول نفسها على محور رأسى وأغلفها بشريط من الورق ، فإنه إذا حدث زلزال سيهتز من أثره كل شىء فى الجهاز إلا القلم الذى سيخط على الورقة الملتفة حول الأسطوانة الدوارة خطا متعرجا تزداد حدة تعرجه تبعا لشدة الزلزلة . أما إذا كانت الأرض ثابتة فسيكون الخط الذى يرسمه القلم خطا مستقيما .

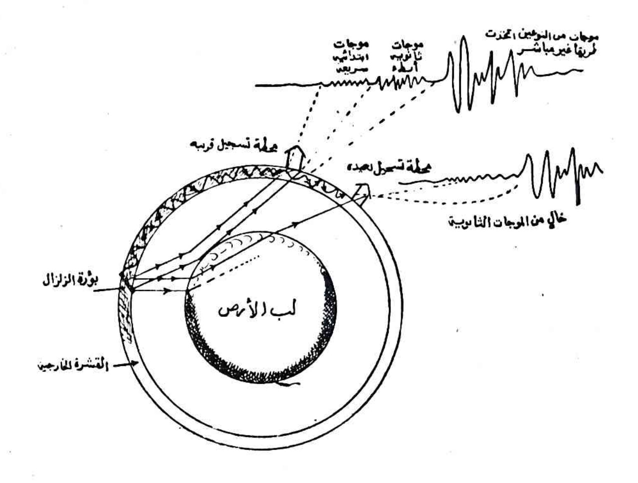
وقد سجلت بجهازى هذا الذى سميته « راصد الزلازل »[١] عددا لا يحصى من تأثير الزلازل . وهذه صورة لسجل نموذجى من هذه التسجيلات .

الأرض ثابتة | بداية الموجات | موجات طولية | موجات مستعرضة | موجات متأخـــرة

سجل زلزالى

(١) جهاز السيزموجراف .

وقد عكفت على دراسة هذه التسجيلات وتأملتها مليا حتى استجليت رموزها ومعانيها . ووجدتها مصداقا لما عرفته عن طبيعة الموجات الاهتزازية وسرعاتها المختلفة وقابلية انتشارها في الأوساط المختلفة . ووجدت في ترجمة رموزها حديثا شيقا يعكس خصائص المواد التي تصادفها عندما تنبعث من القشرة الأرضية متغلغلة في الباطن ، ثم تنعكس مرتدة إلى السطح. إن الجزء الأول منها يحدثنا بأن الأرض كانت ثابتة في تلك الفترة. أما الجزء الثاني فيحدثنا بأن الأرض قد اهتزت وبأنه أسرع سفير أتى إلينا بهذا النبأ ، إنه سجل للموجات الابتدائية السريعة التي انبعثت من بؤرة الزلزال وتعمقت بقدر ما سمحت لها به شدة الزلزال ثم ارتدت بأسرع ما يمكن إلى السطح . وأما الجزء الثالث فهو سجل لموجات أبطأ من سابقتها وهذه هي الموجات الثانوية ، ومجرد وصولها يدل على أن طريق الرحلة كله لم يعترضه وسط سائل يمنع مرورها . أما الجزء الأخير من التسجيل فيدل على أنه سجل لموجات ابتدائية أو ثانوية لم تصل في موعدها ، بل تأخرت كثيرا ويبدو أنها لم تتخذ طريقا مباشرا في أثناء الرحلة كزميلاتها الأخرى ، بل اختارت طريقا آخر وعرا يكتنفه كثير من العوائق والمنحنيات ، ولكنها على أي حال



الزلازل تكشف عن أسرار باطن الأرض

اكتشفت هذا الطريق وجاءت إلينا بأنبائه . ولقد أوَّلْت هذا بأنها اتخذت طريق القشرة الخارجية المكونة من الصخور الفتاتية الأقل تماسكا من الصخور التى تحتها والمليئة بالتشوهات والتصدعات. إن مجرد وجود هذه الموجات المتأخرة فى تسجيلات الزلازل هو دليل على وجود قشرة عليا للكرة الأرضية تختلف فى تركيبها وطبيعتها اختلافا بينا عما تحتها .

وكان قد بلغ من حرصى على استقاء كل ما يمكننى استقاؤه من معلومات تأتى بها تلك الموجات المرتدة من باطن الأرض

أنى كنت أسجل بالضبط أوقات وصول كل منها على شريط التسجيل وذلك بتقسيمه إلى أقسام زمنية دقيقة. وقد اكتشفت من دراسة هذه التسجيلات الزمنية أن هناك علاقة ثابتة بين كمية التأخير الزمنى فى وصول الموجات الثانوية بالنسبة لوقت وصول الموجات الابتدائية وبعد مركز الزلزال عن مكان الرصد، فكلما ازداد هذا التأخير كان مركز الزلزال أكثر بعدا. (وبمعنى آخر فإن المسافة بين بؤرة الزلزال ومكان الرصد تتناسب تناسبا طرديا مع الفارق الزمنى بين وقتى وصول النوعين من الموجات). وبالتالى فإنه كلما بعد مركز الزلزال عن مكان الرصد كانت هناك فرصة أكبر لانتشار الموجات المنبعثة منه للتوغل فى جسم الأرض قبل ارتدادها واستقبالها فى محطة الرصد.

وما أريد أن أثقل بعرض تفاصيل الحسابات المعقدة كى أتأكد من خصائص الموجات الزلزالية وعلاقاتها بكل الظروف الملابسة لها. ولكنى أكتفى بذكر أهم هذه الحسابات وهى:

١ — حسابات الزمن الذى يجب أن تقطعه الموجات المختلفة للوصول من بؤرة زلزالية إلى أماكن للرصد على مسافات مختلفة من البؤرة، وذلك على أساس حساب سرعة هذه الموجات

فى الصخور المختلفة المعروفة على السطح .

٢ — حسابات الأعماق المتفاوتة التى تتوغل إليها الموجات وما يقابل هذه الأعماق من مسافات على السطح بين مركز الزلزال ومحطات الرصد .

وقد وصلت من تأمل هذه الحسابات ومقارنتها بنتائج الأرصاد نفسها أن الموجات الزلزالية تصل إلى أجهزة الرصد أسرع مما كنت أتوقع لها كلما بعدت المسافة بين جهاز الرصد وبؤرة الزلزال . وقد وجدت أن سرعتها تزداد فى جميع المسافات التى تقابل أعماقا تصل إلى ٣٠٠ كيلومتر ، ولو أنى لاحظت أن هذه السرعة لا تزداد بنفس المعدل فى كل هذا العمق ، ولكنها تكون أقل فيما بعد عمق ١٠٠٠ كيلومتر .

ثم لاحظت فى محطات الرصد التى تبعد عن بؤرة الزلزال بمسافة تقابل عمقا أكثر من ٣٠٠٠ كيلو متر أن وقت وصول الموجات يتأخر كثيرا جدا عن الوقت المتوقع له من الحسابات ، أى أن سرعة هذه الموجات تهبط فجأة بعد اجتيازها لعمق ٣٠٠٠ كيلو متر مما يدل على تغير فجائى ملحوظ فى تركيب باطن الأرض عند هذا العمق . ولاحظت كذلك أن سرعتها

تبدأ حالا فى الزيادة السريعة على كل المسافات التى تقابل أعماقا أكثر من ذلك .

ثم تأتى أخطر هذه السلسلة من الملاحظات وأكثرها استرعاء للانتباه . وهذه هى أن جميع السجلات الزلزالية فى المحطات التى تقع على مسافات بعيدة تقابل أعماقا أكثر من ٣٠٠٠ كيلو متر ، تأتى خالية من أى أثر للموجات الثانوية ، كما أن الموجات الابتدائية تصل أسرع كثيرا مما كنت أتوقع لها حتى بعد خبرتى من ملاحظة سرعتها المتزايدة مع ازدياد العمق .

إن أول الاستنتاجات التى تتبادر إلى الذهن من هذه السلسلة الشيقة من الملاحظات يأتى من الملاحظة الأخيرة منها التى تدل أولا على أن باطن الأرض بعد عمق ٣٠٠٠ كيلو متر يتكون من محيط كروى جبار من مادة سائلة ويبلغ نصف قطره حوالى ٣٠٠٠ كيلو متر (أى المسافة المتبقية من نصف قطر الأرض) ، إذ لو كان هذا اللب مادة صلبة لمرت من خلاله الموجات الثانوية وظهرت فى التسجيل . وثانيا : أن هذا الاستنتاج يفسر الشق الثانى من الملاحظة الأخيرة إذ أن من المعروف سابقا أن سرعة الموجات الاهتزازية التضاغطية تزداد كثيرا فى الأوساط اللدنة والسائلة . أما الملاحظة السابقة لهذه كلها فتدل على أن الكرة

الأرضية تتركب من سلسلة متتابعة من الأغلفة المختلفة فى طبيعتها والتى تناظر فى عددها عـدد التغيرات المتعاقبة فى سرعات الموجات الزلزالية مع العمق . وإذن فهذه الأغلفة الأرضية أربعة هى :

١ — قشرة خارجية رقيقة نسبيا لا يتعدى سمكها حوالى ٥٠ كيلو مترا .

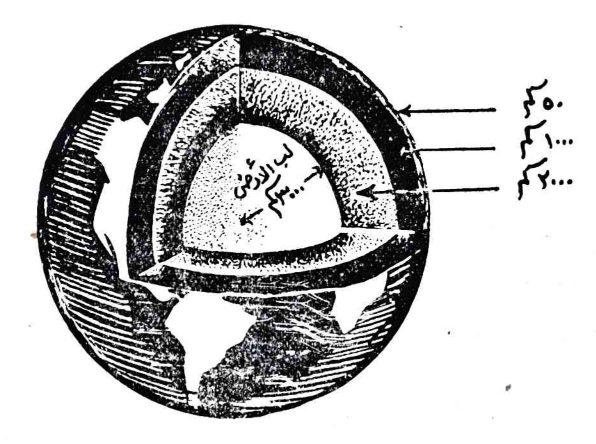
٢ — غلاف صخرى سميك تقرب ثخانته من ١٠٠٠ كيلو متر.

٣ — غلاف صخرى باطنى من نوع آخر يبلغ سمكه نحو ٢٠٠٠ كيلو متر .

٤ — لب منصهر (سائل) يبلغ نصف قطره نحـو ٣٠٠٠ كيلو متر .

وقد كنت ذكرت بأنى وقعت فى مأزق عند حسابى للرقم الذى وصلْتُ إليـه بالنسبة لتقدير كثافة الأرض والذى استنتجته من حساباتى لكتلة الأرض وحجمها ، وكان هـذا الرقم (٥,٥) بينما كثافة الأرض المحسوبة من متوسط كثافات الصخور الموجودة على السطح هى (٢,٧) . وكنت قد وعدتكم بأننا سنجد حل هذا اللغز عندما ينكشف لنا السر الذى ينطوى عليه جوف الأرض . ولم أكن حينئذ أشك فى صحة حساباتى

الخاصة بتقدير أبعاد الأرض وكتلتها بقدر ما كنت أشك في اعتقادى بأن باطن الأرض يتكون من نفس المواد التى تتكون منها قشرتها .



ماذا فى باطن الأرض

ولدينا الآن فرصة للتأكد من طبيعة هذه المواد التى يتكون منها الباطن و بالتالى من صحة تلكم الحسابات القديمة التى أجريتها من أجل تقدير أبعاد الأرض . ومن أجل ذلك قمت بتجارب عديدة عن تأثير المواد المختلفة على سرعة سريان الموجات الاهتزازية فيها ، وجعلت أسجل السرعات المختلفة لهذه الموجات فى جميع أنواع الصخور والمواد التى أصادفها على سطح

الأرض . وخرجت من هـذه التجارب بجدول مطول للمواد المختلفة وسرعات سريان موجات الاهتزاز فيها . ولما قارنت سرعات سريان الموجات الزلزالية فى الأغلفة المختلفة للأرض والتى سبق الإشارة إليها ، بالسرعات المناظرة لها فى الجدول وجدت الآتى :

١ — الطبقة الخارجية (حوالى ٥٠ كيلو مترا) تضاهى سرعة سريان الموجات فيهامتوسط سرعاتهافى صخور الجرانيت وهذا كثافته (٢,٧) .

٢ — الطبقة التاليـة (حوالى ١٠٠٠ كيلو متر) تضاهى سرعة سريان الموجات فيها متوسط سرعاتهـا فى صخور البازلت وهذا كثافته (٤,٥) .

٣ — الطبقة التالية (حوالى ١٨٠٠ كيلو متر) تشير سرعة سريان الموجات فيهـا إلى أنها تتدرج فى الـكثافة من ٤,٥ إلى ٨ ولا بد أنها تتكون من نوع مجهول من الصخور لا يعرف له مثيل على القشرة الأرضية .

٤ — لب الأرض (نصف قطره حوالى ٣٠٠ كيلومتر) وتدل سرعات الموجات فيه على أن كثافته تتدرج من ٩ إلى ١١ . وقد أوضحت لكم الدليل على أن

هـذا اللب يتكون من مادة منصهرة (أى فى الحالة السائلة) .
أية مادة هذه التى يتكون منها لب الأرض ؟

ولكن مهلا ، فهل وجدنا أولا حل اللغز الذى كنا نبحث عنه ؟ نعم فإن السبب فى زيادة كثافة الأرض المحسوبة من قسمة كتلتها على حجمها عن كثافتها عندما تقدر من متوسط كثافات أنواع الصخور التى يمكن أن نعثر عليها فوق سطح الأرض ، هو أن كثافة مادة الأرض تتدرج فى الازدياد نحو الباطن حتى تصل عند المركز إلى الرقم ١١ تقريبا ، أى أن مادة لب الأرض أثقل من الماء الذى كثافته (واحد) إحدى عشرة مرة !!

والآن فما هذه المادة الثقيلة التى تكوّن لب الأرض ؟ لقد فكرت فى هذا كثيرا ، وكان من الممكن أن أقول لنفسى إنها أنواع منصهرة من الصخور المجهولة ، ولكن أنصاف الحلول لا ترضينى أبدا . وكعادتى توجهت ببصرى وفكرى إلى السماء عسى أن تلهمنى وحيا جديدا . وجاء الوحى عندما لمع فى أرجائها أمام عينى شهاب من تلكم الشهب التى تتساقط بقاياها أحيانا على الأرض فى هيئة ما نعرفه بالأحجار السماوية . وكنت فى أثناء رحلاتى فى المناطق الصحراوية قد عثرت على عينات من أحجار الشهب فحللتها وقدرت كثافتها ووجدت أنها تتكون دائما من خليط

من الحديد أساسا ومن بعض النيكل وجانب يسير من المادة الصخرية ، وأنها أحجار ثقيلة متوسط كثافتها بين ٩ ، ١١ .

لذلك فعندما لمع هذا الشهاب ساءلت نفسي : لماذا لا يكون لب الأرض مكونا من خليط من صهير الحديد والنيكل ! ؟ أليست كرتنا الأرضية جسما سماويا كغيرها من الكواكب ؟ وأليست هذه الشهب كسراً صغيرة من أجسام سماوية تحطمت قديما وتناثرت بقاياها فى هيئة شهب تمرق فى الفضاء ويتصادف دخول بعضها فى أجواء بعض الكواكب كالأرض فتسقط على سطحها ؟ » .



ساعة كونية

أقبل السندباد الكونى فتعلقت بمقدمه الأنظار وتصدر المجلس وقال :

« كنت قد وعدتكم — أن أشرح لكم الكيفية التى توصلت بها إلى معرفة عمر الأرض ، عندما تحين مناسبة ذلك . وقد كان فى تقديرى الليلة أو أحدثكم عن تاريخ الأرض منذ ظهور الحياة عليها حتى مجىء الإنسان ، ولكنى لا أجد مناسبة خيرا من هذه لأبر بوعدى لكم قبل أن أشرع فى هذه العملية التأريخية الكبرى . ومسألة نجاحى فى تقدير العمر الحقيقى لكوكبنا لها قصة طريفة :

كان هذا الموضوع يشغلنى كثيراً ولا يفارق ذهنى مدة طويلة وخاصة بعد أن تبينت أنه لا يمكن تأريخ الحوادث التى تتابعت على ظهر الأرض تأريخا مضبوطا قبل التوصل إلى طريقة لمعرفة عمر الأرض كله وتقسيمه إلى فترات زمنية معلومة المدى .

وفى يوم من الأيام بعد أن كنت قد يئست تقريبا من الوصول إلى ماأريد بطريقة يرضى عنها منطقى وعقلى ، توجهت

إلى شاطىء البحر كى أستجم بسباحة قصيرة ترد على نشاطى وصفاء ذهنى ، وشاء الحظ أن أبتلع فى أثناء سباحتى كمية غير يسيرة من المـــاء الملح أفسدت علىّ ما ذهبت من أجله فقررت أن أقيم حوضا كبيراً خارج منزلى أملؤه من ماء النهر المجاور فألوذ به للاستجمام والسباحة عند ماينهكنى عناء العمل والتفكير وكانت فكرة جميلة أعفتنى من مشقة السير الطويل حتى البحر ، ولكنها فى نفس الوقت أوحت إلىّ بداية الطريق نحو حل مشكلة تقدير عمر الأرض ! فقد مرت علىَّ فترة طويلة استأثر فيها عملى بكل تفكيرى ووقتى فلم أباشر تغيير ماء حوض السباحة وممارسة رياضتى فيه كالمعتاد . ولما انقضت تلكم الفترة وتوجهت إلى الحوض ، وجدت الماء الذى كان به قد جفَّ تماما وترك على قاعه وجدرانه غشاء رقيقاً من مادة بيضاء مذاقها ملح . واكتشفت بهذا أنه حتى ماء النهر يحتوى أيضا على قدر ضئيل من الأملاح الذائبة . وساءلت نفسى عن مصدر هذه الأملاح الذائبة فى ماء النهر ، فأنا أعلم أن ماء الأمطار لا يحتوى على أملاح ، فقد سبق لى أن لاحظت أنه لايترك شيئا عند تبخره . وكانت الإجابة الواضحة أن مياه الأمطار فى رحلتها الطويلة على سطح الأرض من وقت سقوطها عليه حتى بلوغها

نهاية مجرى النهر ، لابد أنها تذيب بعض المواد الملحية التى تحتويها الصخور . حسنٌ إذن ، فهذا مصدر النسبة الضئيلة من الأملاح فى مياه الأنهار ، ولكن ما بال البحار تحتوى على نسبة من الأملاح أعلى كثيرا[١] ، وما هو مصدرها ؟

وما إن تراءى فى ذهنى الجواب على هذا السؤال حتى لمعت فيه فكرة رائعة خلتها فى أول الأمر الحل الموفق لمشكلة تقدير عمر الأرض . إن الأنهار هى التى تزود البحار والمحيطات بما فيها من أملاح ! فمياه البحار لابد أنها كانت عذبة فى أول الأمر عندما تكثف بخار الماء الذى كان يحيط بالأرض أول مرة عندما بردت الأرض وسمحت درجة الحرارة بذلك . ثم بدأت الأنهار تمدها بالملح الذى كانت تذيبه من سطح البر . وعند تبخر الماء من البحر فإن بخار الماء الصافى هو الذى يتصاعد إلى الجو تاركا الأملاح المذابة حيث هى . وبسقوط الأمطار من السحب المتجمعة من بخار ماء البحار فوق سطح الارض ، تذيب كمية جديدة من الأملاح وهى فى طريقها إلى البحر مرة أخرى . وبتكرار هذه الدورة على طول الزمن ازدادت كمية الملح فى البحار حتى وصلت إلى ما هى عليه الآن .

(١) نسبة الملح فى ماء البحر الآن تساوى ٣,٥٠٪ بالوزن .

وقد عكفت على حساب كمية المياه التى تصبها جميع الأنهار كل عام فى البحر ، ومنها حسبت كمية الملح الذى تنقله سنويا لتضيفه إلى ماء البحر. وكان أسهل من ذلك شيئا حساب كمية الملح الموجودة حاليا فى جميع البحيرات والمحيطات وذلك من معرفة حجم الماء الموجود بها وكمية الملح الموجود فى وحدة الحجم من هذا الماء . وبقسمة هذه الكمية على الكمية التى تضيفها الأنهار سنويا إلى البحار أمكننى معرفة الزمن اللازم لتجمع الكميات الحالية من الأملاح فى مياه البحار . وكان الرقم الذى حصلت عليه هو ٩٠ مليون سنة . وبمعنى آخر فإن عمر الأرض هو ٩٠ مليون سنة .

وكعادتى وبما جبلت عليه من حب دائب للاستطلاع وعدم القناعة ببرهان واحد ، وجدت نفسى أحاول حساب عمر الأرض بطريقة أخرى بدت لى سهلة فى أول الأمر ، ولكنى قاسيت الكثير من المتاعب فى جمع المعلومات اللازمة لها . وأنتم تعلمون أن معظم الأنهار تحمل مياهها طميا ورملا ورواسب أخرى ، وهى تترك بعض هذه الرواسب تستقر على جوانبها لتكون التربة التى تحيط بمجاريها ، ولكنها تلقى بمعظم ما تحمله فى البحر عندما تنتهى إليه . وتتراكم الرواسب هناك على مر

الأعوام والقرون والأحقاب . وقد لاحظت أن كثيرا من هذه الرواسب التى سأقص عليكم قصتها فى جلستنا التالية تكوِّن الآن جزءا كبيرا من سطح اليابس ، بل هى تكوِّن فى بعض الأحيان جبالا شامخة .

لهذا فكرت فى أنه إذا أمكننى تقدير متوسط سمك الرواسب التى تتراكم على قيعان البحار سنويا ، ثم قست سمك كل الرواسب البحرية التى تراكمت منذ كان هناك ترسيب حتى الوقت الحالى ، وقسمت الرقم الثانى على الرقم الأول ، فإن هذا يعطينى تقديرا لعمر الأرض . وقد كلفنى هذا الحساب دراسات وقياسات مضنية وعمليات حسابية لا أول لها ولا آخر . ولكن جاءت النتيجة بما أنسانى كل هذه المتاعب فكانت شيئا بين ٨٠ ، ١٠٠ مليون عام فى المتوسط .

ولكن بالرغم من هذا التوافق الجميل فى نتيجة طريقتين مختلفتين لحساب عمر الأرض فإنى لم أكد أطمئن إلى النتيجة حتى بدأت أشك أن هذا التوافق ليس إلا وليد الصدفة المحضة ، وكان هذا لسببين أولهما : أنه قد بدا لى بالتفكير المنطقى أن أساس الحساب فى كلتا الطريقتين لم يكن متينا بل ينقصه إدخال عوامل كثيرة لم يمكنى أخذها فى الاعتبار . فمثلا

هل كانت الأنهار فى الماضى وعلى مر الأحقاب الخالية تحمل نفس الكميات من الأملاح والرواسب مثل ما تحمل الآن ؟ وهل كانت سرعة البخر وبالتالى كمية المياه فى الأنهار واحدة على مر هذا التاريخ الطويل ؟ .... إلى آخر ذلك . وثانى السببين : أننى قد فطنت إلى أن هذا العمر الذى حسبته على أى حال ، وحتى إذا كان صحيحا ، لم يكن عمر الأرض نفسها ولكن عمر المحيطات والبحار فقط (أى عمر الأحواض التى تكثف فيها الماء واستقرت فى قيعانها الرواسب) . أما الزمن الذى مر منذ أن بردت الأرض فتكونت لها قشرة صخرية صلبة وحتى وصلت برودة هذه القشرة إلى الدرجة التى تسمح لبخار الماء المحيط بها أن يتكثف ليكوِّن البحار والمحيطات ، فلم يدخل فى الحساب . ولا شك أن هذا الزمن ردح أطول كثيرا .

لهذا كله فقد أهملت ما وصلت إليه من نتائج وصرفت النظر عن التفكير فى هذا الموضوع العويص فترة من الزمن قررت فى أثنائها أن أقوم بإتمام دراسة أخرى كانت قد شغلتنى بعضا من الوقت وأرجأت إكمالها إلى حين . وكانت هذه الدراسة على بعض العناصر الغريبة غير الثابتة التى لاحظت أننى عندما

أحضرها فى معملى وأتركها مدة كبيرة لا تبقى كما كانت بل تتحلل طبيعيا ومن تلقاء نفسها وتتحول جزئيا إلى عناصر أخرى ثابتة مثل عنصر الرصاص . وكنت قد سميت هذه العناصر بالعناصر المشعَّة ذلك أننى لاحظت عند مشاهدتها فى أضواء صناعية خاصة(*) أن عملية التحلل يصحبها نوع من الإشعاع ، فاستنتجت من ذلك أن ذراتها تتفتت داخليا وتنبعث منها جسيمات دقيقة ذات نشاط إشعاعي وتتحول إلى ذرات خاملة غير مشعة . وأضرب لكم مثلا بأشهر هذه العناصر وهو عنصر الراديوم وأعتقد أنكم سمعتم عنه وعن قدرة الجسيمات المشعة التى تنبعث منه على شفاء بعض الأمراض الخبيثة .

وكنت فى أثناء دراستى لهذه العناصر المشعة قد حضّرت عددا لا بأس به منها ، وقدرت وزن كل عينة ووقت وزنها بدقة تامة واحتفظت بالعينات مدة طويلة . فقلت لنفسى ماذا لو أخرجت هذه العينات لأرى ماذا فعل بها الزمن وأتسلى بملاحظة ذلك عما أصابنى من خيبة أمل فى موضوع تقدير عمر الأرض ؟ وجعلت أزن وأحسب فوصلت إلى أن كلا من تلكم العناصر

(*) الإشارة إلى مشاهدة العناصر المشعة تحت الأضواء فوق البنفسجية التى تجعل رؤية الإشعاعات التى تنبعث عنها ممكنة .

يتحلل بنسبة ثابتة دائما ، وأن كلا منها له سرعته الخاصة فى التحلل ، كما أن معظم هذه العناصر تتحلل فى بطء شديد جدا ، حتى أنى عندما حسبت سرعة تحلل عنصر اليورانيوم وجدت أنه يلزم لجرام واحد منه ٤,٥ مليون سنة حتى يتحلل نصفه فقط إلى عنصر الرصاص(*) .

وهنا تذكرت أنى كنت قد استخرجت هذه العناصر بعد عمليات شاقة جدا من خاماتها الطبيعية التى كنت أعثر عليها بكميات ضئيلة جدا فى بعض الصخور . وقلت لنفسى ، إذن ، فلابد أن العناصر المشعة التى فى هذه الخامات هى بقية من كميات أكبر كثيرا كانت موجودة بها أصلا .

ولم تكد هذه الفكرة تستقر فى ذهنى حتى ألفيت هذه التسلية التى اختلقت لها الأسباب اختلاقا تدفعنى بقوة إلى نفس الموضوع الذى هربت منه إليها ، فدخلت فيه بحماس أكثر من ذى قبل ، بل لم أتمالك نفسى من أن أصيح : هيا يا سندباد ، هذه هى الساعة التى تحلم بالعثور عليها لتقرأ فيها أعمار الصخور ،

(*) هذا هو ما يسمى بنصف عمر العنصر المشع . وكل عنصر مشع يعرف برقم معين يدل على نصف عمره ، أى المدة اللازمة لتحلل نصف أية كمية موجودة منه أصلا .

بل عمر الأرض نفسها . هذه هى الساعة العجيبة التى لا تقدم ثانية ولا تؤخر مهما تعرضت له من ظروف متطرفة من الضغط أوالحرارة أوغيرها خُلقت مع الصخور منذ الأزل ، وما عليك إلا أن تستخرجها من الصخر وترى إلى أى الأرقام يشير عقرباها فتعرف متى تكوَّن ذلك الصخر ، بل تعرف متى خلقت الأرض نفسها » !

وكان السندباد ينطلق فى الكلام عن ساعته الكونية فى حماس بالغ وانصراف تام وكأنما يكلم نفسه ويستعيد ذكريات كفاحه المرير ونجاحه العظيم فى الكشف عن عمر الأرض ، حتى لقد بدت على وجوه الحاضرين تعبيرات مختلفة فيها الدهشة والترقب والإشفاق ، وكأنما لسان حالهم يقول : أية ساعة هذه التى تتسع ميناؤها لتدريج آلاف الملايين من السنين ؟ ماذا جرى للرجل الوقور ؟ إنه يحدثنا عن ساعات عثر عليها مدفونة فى الصخور منذ الأزل كأنما نحن لا نعرف أن الساعة اختراع حديث أتى به الإنسان ؟ . ولكن دهشتهم لم تكن مفاجأة للسندباد الكونى فقد كان يعلم يقينا أن كلامه عن هذه الساعة سيثير فضول سامعيه ، بل إنه قد سرد قصته بهذه الطريقة ليثير فضولهم فعلا . ومضى يتم ما بدأه من الكلام فقال :

« ليست ساعتى التى اكتشفت وجودها فى الصخور كساعاتكم هذه التى فى جيوبكم أو حول معاصمكم ، إنها ساعة من نوع فريد يستلزم قراءة الزمن عليها تحليلا كيميائيا دقيقا وحسابات غاية فى الدقة . وليست هذه الساعة الكونية إلا تلكم العناصر المشعة الموجودة فى بعض الصخور والتى حدثتكم عنها حالا . أما كيف تدور هذه الساعات الكونية وكيف أحسب الزمن عليها فإنى أطمع أن تعيرونى انتباهكم حتى أشرح لكم ذلك .

إن العناصر المشعة كالراديوم واليورانيوم وغيرهما مواد غير ثابتة تتحلل ذراتها طبيعياً وتلقائياً فى بطء شديد فتتحول إلى رصاص وبعض الغازات الخاملة كغاز الهيليوم ، وتشع فى أثناء هذه العملية نوعاً من الطاقة . وقد ثبت لى أن معدل تحلل هذه المواد المشعة ثابت تماما لا يختلف مهما اختلفت الظروف والبيئات ، فلا اختلاف درجة الحرارة أو الرطوبة أو الضغط يؤثر إطلاقاً فى سرعة تحولها إلى نواتج التحلل . وعندما تحدث هذه الظاهرة الفذة تتحلل نسبة مئوية ثابتة من الكمية الموجودة من العنصر المشع ، أى أن كمية العنصر المشع الأصلية لا تتحلل كلها تماماً مهما طال الزمن . وقد يبدو هذا القول غريباً ،

ولكنى سأوضحه لكم بمثال عددى . فلو فرضنا أن لدينا ١٠٠ جرام من مادة مشعة مثل اليورانيوم وكان ما يتحلل منها بعد فترة معينة هو ١ ٪ مثلا ، فإن ما يتبقى منه بعد ذلك هو ٩٩ جراما ، وبعد انقضاء فترة أخرى يتحلل ١٪ من هذه الكمية أى ٠,٩ من الجرام ، ويتبقى ٩٨,١ جرام وهكذا . فلو أنه تبقى بعد انقضاء زمن طويل جرام واحد فقط من هذه المادة فإن ما يتحلل منه هو ١٪ أيضاً أى ٠,٠١ من الجرام ، ثم يتحلل واحد فى المائة أيضاً مما يتبقى وهكذا . وعلى هذا فمهما صغرت الكمية الباقية فإن ١٪ منها فقط يتحلل ، ويتضح من ذلك أن العنصر المشع لا يتحلل جميعه مهما مضى عليه من زمن . لذلك فقد اكتفيت فى تجاربى الطويلة على هذه المواد بتقدير الزمن اللازم لتحلل نصف الكمية الأصلية فقط ، وأطلقت على هذا الزمن بالنسبة لكل عنصر اسم نصف العمر للعنصر المشع . وقد وجدت من تحليلاتى أن بعض العناصر المشعة نصف عمرها طويل جداً وقد ذكرت لكم أن نصف عمر اليورانيوم يبلغ أربعة ملايين ونصف مليون سنة ! لذلك فإن الصخور التى تحتوى على خامات عنصر اليورانيوم يمكن معرفة عمرها لأنه مهما طال الزمن عليها فسيظل بها كمية من اليورانيوم الأصلى

وكمية من الرصاص الناتج من تحلل اليورانيوم . فإذا ثبت من نتيجة التحليل الكيميائى الدقيق لصخر ما وجود اليورانيوم والرصاص معا ، فإن عمر الصخر يمكن استنتاجه من حساب الزمن اللازم لتحلل قدر من اليورانيوم لينتج كمية من الرصاص تساوى الكمية التى ثبت وجودها فى الصخر من التحليل الكيميائى .

وقد صادفتنى صعوبات كثيرة فى تقدير أعمار الصخور بهذه الطريقة ، ولكن أمكننى التغلب على بعضها . ومن أهم هذه الصعوبات ضآلة كميات العناصر المشعة الموجودة بالصخور وكذلك نواتج تحللها إلى حد يقرب من العدم مما يجعل تقدير كميتها فى التحليل أمراً عسيراً . وقد توصلت إلى اكتشاف طرق دقيقة جداً لتحليل هذه الكميات المتناهية فى الضآلة ومع هذا فإن أقل خطأ قد يحدث فى التحليل ينتج عنه خطأ كبير فى العمر المقدر للصخر نظراً لأن الأعمار التى نحصل عليها تبلغ مئات بل آلاف الملايين من السنين . فإذا كان الخطأ المحتمل وقوعه فى التحليل يساوى ٥٪ مثلا ، فإن صخراً قدِّر عمره بمائتى مليون عام يحتمل الخطأ فيه بما يبلغ ١٠,٠٠٠,٠٠٠ عام . لهذا فبالرغم من أن الساعة الكونية نفسها ساعة دقيقة غاية الدقة فإننى

لم أحسن بعد قراءة الزمن عليها بدقة تامة » .

وهنا تقدم أحد الحاضرين بسؤال وجيه إلى السندباد فقال:

« إن قصة أبحاثك هذه بخصوص تقدير عمر الأرض لأعظم ما أدهشتنا به من طرقك البارعة فى البحث عن الحقيقة فيما يتعلق بكوكبنا هذا ، ونحن مقتنعون تماما بفكرة الساعة الكونية فى تقدير عمر الأرض ... ولكننا نعرف جميعا أن عنصر الرصاص يوجد بكميات كبيرة فى الصخور ، فهل كان كل ذلك الرصاص فى الأصل مواد مشعة ، وإذا لم يكن كذلك فكيف يمكننا أن نتأكد من أن كمية الرصاص التى يثبت وجودها بالتحليل الكيميائى فى صخر ما نتجت عن تحلل معدن مشع أو أن جزءاً منها على الأقل وجد فى الطبيعة كرصاص أصلى لم ينتج عن تحلل اليورانيوم مثلا ؟ »

وردَّ السندباد فأشاد بهذه الدقة واليقظة فى تتبع الموضوع وعبر عن سروره بها ثم قال : « لقد واجهتنى هذه المشكلة فعلا وفكرت فيها مليا وأجريت عديداً من التجارب حتى وجدت لها حلا . وقد أسفرت نتائج تجاربى عن أن الرصاص الذى ينتج من تحلل العناصر المشعة مثل اليورانيوم يزيد وزن حجم معين منه زيادة طفيفة على وزن نفس الحجم من الرصاص العادى

الذى وجد فى الطبيعة كرصاص أصلا* . وقد ابتكرت من الأجهزة الدقيقة ما يمكننى من التميز بسهولة بين الرصاص الأصلى والرصاص الناتج عن تحلل اليورانيوم . وهكذا تجنبت الوقوع فى أخطاء جسيمة فى تقدير أعمار الصخور التى يوجد فيها رصاص أصلى إلى جانب الرصاص الناتج من المواد المشعة .

والآن ، فأنا لا أشك أنكم تتشوقون إلى معرفة عمر الأرض كما قرأته فى الساعة الكونية العجيبة . وهو حسب تقديرى لا يقل عن ثلاثة آلاف مليون عام ، إذ أن أقدم صخر وجدته على سطح الأرض قد بلغ تقديرى لعمره بطريقة نسبة الرصاص إلى المواد المشعة فيه أكثر من ألفى مليون عام ، وهذا يدل على أن الأرض كان قد تكون لها قشرة صخرية صلبة منذ ٢٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ سنة وبالحساب والتفكير المنطقى وجدت أنه

---

* الاختلاف هنا فى وزن حجم معين من عنصر واحد يرجع إلى ما يسمى بالاختلاف فى الوزن الذرى . والعناصر المتشابهة التى تختلف فى أوزانها الذرية هى ما يسميه الكيميائيون والطبيعيون بالنظائر ، فالرصاص الناتج من تحلل اليورانيوم نظير للرصاص العادى الذى يوجد هكذا فى الطبيعة ولكن الوزن الذري لكل من النظيرين مختلف .

لا بد أن يمر على الأقل ١٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ سنة أخرى قبل أن تصل كرة فى حجم الأرض من الحالة الغازية الأولى إلى الحالة السائلة إلى الحالة التى تتجمد لها قشرة خارجية صلبة. وإذا فليس هناك شك كبير فى أن كوكبنا قد بلغ من العمر ثلاثة آلاف مليون عام أو ربما أكثر قليلا ! »

وهناك ساد الصمت فترة كان الجميع يفكرون فيها ويتدبرون ضخامة هذا الرقم العظيم ويحاولون الإحاطة بمعناه . ثم قطع السندباد الصمت بقوله : « أرجو أن نتقابل غدا فى نقاء أخير إن شاء الله ، ولكن لقاءنا هذا سيكون صباحا لا فى المساء » !



كتاب من صخور

كان الجو صحوا والصباح بديعا مشرقا ، وأخذ مريدو السندباد الكونى يتوافدون إلى المكان المتفق عليه وبدأ الحديث يدور بينهم عن الجو الجميل ، واختلفت التكهنات عما يدخره لهم السندباد من مفاجأة فى هذا اللقاء الصباحى . وما إن وافى الموعد المحدد حتى اكتمل العقد بقدوم السندباد الكونى ، فبدأ الكلام وقال :

« أتدرون لماذا طلبت منكم أن يكون لقاؤنا اليوم نهارا ؟ إنها رحلة أخرى ، ولكنها ليست رحلة وهمية كتلكم التى اخترناها بديلا عن النزول إلى باطن الأرض ، بل هى رحلة حقيقية ، أو قولوا هى نزهة علمية سنجوب فيها هذه المنطقة : على ضفة النهر تارة ، وتارة على شاطىء البحر ، وأخرى نصعد فوق هذا الجبل القريب لنستمتع بجمال الطبيعة ، وفى نفس الوقت ترقبون معى بأنفسكم كيف تؤلف الأرض كتابا فريدا لا ككل الكتب ، سنرقبها وهى منكبة على تأليف آخر فصل فى يدها ، وسنرى كيف ضمنت كتابها سجلا دقيقا لكل ما جرى عليها

من حوادث . إن هذا الكتاب هو كتاب الصخور : أعظم وأضخم سفر فى العالم ، مادته من فتات الصخور وكلماته منها أيضا ومن بقايا الكائنات الحية دبجتها الأرض بقلمها وصاغتها عبارات بلغتها . وسنحاول فى هذه الرحلة أن نتعلم شيئا من لغة الأرض حتى نقرأ سيرتها فى كتابها .

ولكم قمت قبلكم بكثير من أمثال هذه الرحلة لأتعلم لغة الأرض وأستمتع بالقراءة فى كتاب الصخور . وإن أعظم ما وقفت عليه من أسرار ، وكان بمثابة أول خطوة نحو تفهم لغة الأرض ، هى حكمة علمية تجلت على ذهنى من خلال ملاحظاتى الكثيرة فى أثناء هذه الرحلات ، وهى أن « الحاضر مفتاح الماضى »[1] . بملاحظتى لما تتركه العوامل الطبيعية من رياح وأمطار ومياه جارية على سطح الأرض ، وكذلك لما يحدث الآن فى البحار والبحيرات والأنهار والصحارى وغير ذلك ، أمكننى تفسير معانى الكثير من المظاهر والصفات الذاتية للصخور مما يعبر عن طبيعة ظروف تكونها فى الماضى . وقد قصدت بحديثى لكم فى الليلة الماضية أن أبين كيف أن الزمن الذى

---

(١) قول علمى مأثور لأحد رواد علم الجيولوجيا فى القرن التاسع عشر وهو السير تشارلس لايل .

مر على الأرض وكان تحت تصرف العوامل الطبيعية المختلفة كان زمنا غير محدود إذا نظرنا إليه بمقاييسنا الحالية . وتفهمنا لهذه الحقيقة الأساسية ضرورى لتقدير وتبين القيمة الحقيقية للأثر الذى يمكن أن يحدثه عامل من العوامل الطبيعية . فأثر عاصفة واحدة مثلا على بقعة من الأرض غير محسوس ، ولكن تكرار العواصف على نفس البقعة خلال عشرات الأعوام مثلا يترك أثرا واضحا . أما إذا أخذنا فى الاعتبار أن مكانا ما من سطح الأرض يكون قد تعرض لعواصف مماثلة ردحا من عشرات بل مئات الملايين من السنين ، فإن أثر هذه العواصف لابد أن يكون هائلا .

ولكنى ما دعوتكم هذا الصباح كى أتبسط فى شروح نظرية ، ولكن لنقوم بدراسة عملية على الطبيعة ، وإذن فلنبدأ رحلتنا .

وقاد السندباد الجمع إلى النهر القريب حتى بلغوا ضفته الجميلة ، وهنا أشار السندباد إلى ماء النهر الرائق وقال لهم : « هل تذكرون ما سبق أن حدثتكم عنه من اكتشافى لوجود شىء من الأملاح فى ماء النهر الصافى ؟ إن هذه المواد الذائبة هى بعض حمولة النهر . وأنتم ولا شك تعرفون أن ماء النهر الذى

يبدو رائقا الآن يكون داكن اللون عكرا فى بعض فصول السنة وأن هدوءه اللطيف ينقلب إذ ذاك إلى زمجرة واندفاع ودوامات ، ولست فى حاجة أن أذكركم بأن كمية الماء فى النهر تزداد زيادة كبيرة أثناء فصول الفيضان هذه حتى إنها لتهددنا بإغراق أراضينا لولا حرصنا الشديد على إقامة الجسور على شاطىء النهر . ولا أخالنى بحاجة أن أذكر لكم أن زيادة سرعة الماء وكميته فى النهر هى التى تمكنه من حمل المواد المعلقة التى تسبب عكر الماء . وقد غُصْت مرارا فى هذا النهر أثناء الفيضان ورأيت بنفسى ما يدفعه التيار فوق قاعه من الجلاميد والحصباء وكسارة الأحجار التى لا يمكنه حملها حملا . وكل هذه المواد عندما تهدأ حدة التيار لسبب أو لآخر يلقى بها النهر فتتراكم كرواسب نهرية على قاعه أو حول ضفافه . وكثير من هذه الحمولة يصل حتى المصب سواء أكان فى بحر أو بحيرة ليستقر هناك كما سنرى فى الجزء التالى من رحلتنا » .

ومضى القوم فى رحلتهم حتى بلغوا شاطىء البحر ، وكانوا فى شوق لمعرفة باقى قصة المواد التى يحملها النهر إليه وما إن وصلوا إلى الساحل حتى رأوا قاربا ضخما فى انتظارهم فهرعوا

نحوه وهم يهللون متوقعين نزهة بحرية ممتعة ، ولكن السندباد أشار بالانتظار قليلا وقال :

« مهلا مهلا فلم يحن بعد موعد ركوبنا البحر ، فسنسير هنا على الشاطىء بعض الوقت لنتأمل ما يفعله هذا البحر الجبار في اليابس الذى يحيط به . تعالوا بنا أولا إلى هذه البقعة المنبسطة من الساحل ، والرمال هنا كما ترون خشنة تنتثر على سطحها محارات وقواقع مما يزخر به البحر ، بعضها كامل نظيف والبعض الآخر حطام متآكل . ولقد تأملت كعادتى فى أصل هذه الرمال فتحققت أن معظمها تتكون من تحطيم ما كان يحد البحر من صخور وكذلك من طحين أصداف البحر . وليست عملية التحطيم إلا من أثر لطم الموج للصخور بمساعدة ما يمكنه حمله من قاعه الضحل من مواد صلبة . ولا بد أن هذا قد أدى بمرور الزمن إلى تكون هذا الفتات الذى ترونه . ولكن عمل الأمواج ليس كله تحطيما ، فلا شك أنكم لاحظتم فى أثناء استحمامكم فى البحر كيف أنه بعد أن تتكسر الموجة على الشاطىء يعود تيار تتناسب شدته مع قوة الموجة المتكسرة نحو البحر ، وهذا التيار تشعرون به أثناء استحمامكم وهو يجذبكم إلى الداخل . وينقل هذا التيار المرتد ما يمكنه (وهو غالبا من الرمل الدقيق والطين)

إلى داخل البحر ليترسب هناك عندما تقل سرعة التيار .

والآن فلنتوجه إلى تلكم البقعة الصخرية من الشاطىء ، إن هذا الجرف الذى ترونه قائما كالحائط يلطمه الموج قد قُدَّ بهذه الصورة بواسطة البحر . وأرجو أن تنتظروا قليلا حتى تنحسر هذه الموجة ، والآن انظروا سريعا إلى الشاطىء الذى انكشف قبل أن تغطيه الموجة التالية ، إنه يتكون كما ترون من رمال خشنة جداً ومن قطع كبيرة من الأحجار التى حطمتها الأمواج من الجرف . وهذه الأحجار والرمال الخشنة هى أيضا أدوات البحر التى يستعملها فى تحطيم الصخور التى تقف فى طريق أمواجه . وقد رأيت فى زمانى عددا كبيراً من الجروف العظيمة التى تحطمت وتلاشت تماما بفعل الأمواج بعد فترة كافية من الزمن ، وحلت محلها شطئان سهلة منبسطة مثل الشاطىء الذى زرناه منذ قليل . وسنرى حالا ما يصنعه البحر بالرواسب التى ينقلها إليه النهر والتى يحتها هو من شواطئه ، فهيا بنا إلى القارب » .

واستقل الجمع القارب الذى مضى بهم يشق عباب البحر ، وما إن اقترب من مصب النهر حتى طلب السندباد من الملاح أن يخفف من السرعة وأن يحوم حول فم النهر فى بطء . ثم خاطب

سامعيه قائلا : « لعلكم تلاحظون أن ماء البحر هنا عكر مثل ماء النهر ، ولاشك أنكم فطنتم إلى سبب هذا العكر . وقد سبق لى أن ملأت كوبا من هذا الماء وتركته ساكنا لمدة لحظات فوجدت أن بعض الرمل قد ترسب على قاعه ، ومع هذا فإن الماء ظل عكرا بعض الشىء ، ولما عرضته لضوء الشمس وجدت أن به حبات دقيقة جدا لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة ولكنها تكشف عن وجودها بما تعكسه من ضوء الشمس . وقد لاحظت أن الماء يصير رائقا تماما بعد مدة أطول من تلك التى تلزم للماء العذب كى يتخلص من عكره . ولا بد إذن أن الأملاح الموجودة فى ماء البحر لها أثر على سرعة ترسيب الحبيبات الدقيقة التى تسبب العكر .

وها نحن أولاء قد ابتعدنا عن الشاطىء وكاد الماء يصير رائقا تماما ولكنى أخذت مرة كوبا من ماء البحر عند مثل هذا البعد من الشاطىء فوجدت أنه يلزمه وقت أطول كثيرا ليرسب كل ما به من مواد صلبة وذلك لفرط دقة حجم الحبيبات العالقة به من بقايا ما يأتى به النهر وما يتحات من مادة الشاطىء . وهذه هى آخر حدود المنطقة البحرية التى تترسب فيها مواد طينية ذات أصل برى . .

ثم توغل القارب فى البحر أكثر وأكثر فلما وصل إلى مسافة بعيدة جدا نبّه السندباد إلى أن الماء هناك رائق تماما فسأله أحد أعضاء الرحلة عما إذا كان البحر لا يرسب شيئا على قاعه فى ذلك المكان. ورد السندباد قائلا : علينا أن نتأكد من ذلك بأنفسنا ، ولكن لا يقلق أحد منكم فلن نطلب من أحد أن يغوص ليحضر لنا عينة من القاع . فقد أحضرت معى جهازا بسيطا ليقوم بهذه العملية ، وهو عبارة عن ماسورة لا يزيد طولها عن المتر ويبلغ قطرها بضعة سنتيمترات ، وهذا الثقل المثبت فى جزئها العلوى يسهل عملية غرسها فى القاع بعد أن ندلى بها بواسطة الحبل الطويل المربوط فى نهايتها . ولنتركها تهبط بسرعة . ها هى ذى قد انغرست فى القاع فلنجذب الحبل الآن لنرى ماذا حملته لنا الماسورة فى داخلها . إنه كما ترون راسب يميل لونه إلى البياض . لقد فحصت فيما قبل عينات منه تحت المجهر فوجدت أنه يتكون من جسيمات دقيقة جدا من مادة جيرية كالتى يتركب منها الحجر الجيرى مختلطة بأصداف دقيقة جميلة الأشكال لا يمكن تبينها بالعين المجردة ، وهى لحيوانات بحرية غاية فى الصغر تركت هذه الأصداف تهبط إلى القاع بعد موتها أو هجرتها لها . إن هذا الوحل الأبيض هو الذى يعطينا بعد أن

يتصلب الأحجار الجيرية ، وهو لا يدخله أية مواد برية جلبتها الأنهار .

والآن ، هيا بنا نعود من حيث أتينا وفى أثناء ذلك سنرسل بجهازنا البسيط إلى القاع لنجمع به عينات من رواسب البحر على مسافات مختلفة من الشاطىء » .

وفى أثناء العودة كان السندباد يعرض على مرافقيه العينات التى يحصل عليها ، وقد بين لهم أن الرواسب التى تستقر على القاع يزداد حجم حبيباتها كلما اقتربوا من الشاطىء . وأنها فى كثير من الأحيان تحتوى على أصداف كبيرة لحيوانات كانت تعيش على القاع أو هائمة على سطح الماء . وقد عرض عليهم أنواعا عديدة من هذه الأصداف التى كانت تختلط بها بقايا لعظام وأسنان بعض الأسماك كذلك .

فلما بلغوا الشاطىء وكان الوقت ظهرا أبدوا الرغبة فى أن يحظوا بقسط من الراحة والغذاء حتى يستعدوا للشطر الثانى من النزهة بعد الظهر . ومال بهم السندباد إلى ظل جرف كبير حيث كان لهم ما أرادوا . وفى أثناء الراحة بعد الغذاء جلسوا يتذاكرون ما شاهدوه فى الصباح وما تعلموه من المعانى التى تنطوى عليها الطبائع المختلفة للرواسب الصخرية المختلفة .

وما إن هبت نسمات العصر حتى دعاهم السندباد إلى استئناف الرحلة بالتوجه نحو جبل عظيم على امتداد الرؤية . وفى الطريق مرّوا بمتسع رملى فوقف بهم قليلا ووجه نظرهم إلى تعرجات فى سطح الرمل كأنها موج البحر ولو أنها على مقياس أصغر وقال : « هذا رمز آخر من رموز الشفرة التى تستعملها الأرض فى تسجيل تفاصيل تاريخها على أسطح الصخور ، فماذا تقصد به يا ترى ؟ وكان يريد بهذا السؤال أن يرى ما إذا كان مستمعوه قد فهموا عنه كيفية التصرف فى استجلاء معانى العلامات التى تتركها العوامل الطبيعية على سطح الأرض . وكان ابتهاجه شديدا عندما وجدهم جميعا يتسابقون على الرد على السؤال . وكان الجواب المشترك أن ما خطّته الأرض على هذا السطح الرملى معناه هبوب رياح فى اتجاه واحد مدة كبيرة وأن الجو صحراوى أو شبه صحراوى يساعد جفافه على تدحرج حبات الرمال فى اتجاه الريح فتتكون هذه التموجات . وجاء تعقيب من واحد منهم أعجب به السندباد كثيرا إذ قال : إن فى إمكانه أن يقرأ مزيدا من المعانى فى هذا السجل ، وهو اتجاه الريح التى تهب على المكان ، وذلك من ملاحظته أن لكل موجة رملية سطحين أحدهما شديد الانحدار والآخر ألطف انحدارا ،

وأنه لا يشك بل إنه لاحظ فعلا أن الريح تهب من جانب الموجات اللطيف الانحدار فتتدحرج حبات الرمال عبره حتى تصل إلى قمة الموجة ثم تنزلق على الجانب الشديد الانحدار وهكذا .

ولما اطمأن السندباد إلى ما يريد قال لمرافقيه : « هذا مثال بسيط يمكن أن يحتذى فى دراسة أمثلة أخرى كثيرة تزيد من حصيلتنا فى تعلم اللغة التى تسجل بها الأرض ما مر بها من أحداث . وكل ما نحتاج إليه هو الملاحظة القوية وحسن الإدراك ، وتذكر الحكمة التى أشرت إليها عند بدء الرحلة وهى الحاضر مفتاح الماضى ، فعندما نصعد هذا الجبل سنرى فى طبقاته نماذج كثيرة لما شاهدناه فى جولتنا الصباحية سواء على ضفة النهر أو شاطىء البحر أو قاعه على المسافات المختلفة من الشاطىء ، أو على ذلكم السهل المتسع بين الشاطىء والجبل . وسنرى نماذج من العلامات ومن بقايا الأحياء لم نشاهدها فى هذه الرحلة ولكن يمكن مضاهاتها بما نعرفه من العلامات التى تتكون اليوم ومن الأحياء التى تعيش فى الحاضر ، ومن ثم يمكن إدراك معانيها والاستعانة بذلك على قراءة تاريخ الأرض وما مر عليها من أحداث » .

وها نحن أولاء قد بلغنا الجبل ، فلندخل من هذا الوادى ذى الجوانب الشاهقة . فهل ترون هذا الجرف العالى وكيف يتكون من طبقات من الصخور تتوالى الواحدة فوق الأخرى وكأنها صفحات من كتاب جبار . إنه فعلا جزء من كتاب الصخور الذى تؤلفه الأرض وتضمنه تاريخها الطويل . ولنحاول الآن أن نقلب صفحات هذا الكتاب ونحاول قراءة بعض مافيه .

« ولقد اخترت لكم هذا الجبل بالذات لأنى سبق أن زرته ودرست ما فيه فوجدت أن طبقاته تحوى سجلا يكاد يكون كاملا لكل فصول كتاب الصخور أو بمعنى آخر لمعظم تاريخ الأرض . ولنبدأ بهذا الصخر البلورى الجميل الضارب إلى الحمرة والذى يكوِّن قاعدة التتابع عند سفح الجبل . لا شك أنه يكوِّن أولى الصفحات وبه أخبار أقدم الحوادث التى سجلتها الأرض . إن هذا الاستنتاج بديهى ولكنى حاولت التأكد منه وقراءة التاريخ المسطر فعلا على صفحة الصخر ؛ لقد كشفت وجود إحدى ساعاتى الكونية فيه ووجدت أنها تشير إلى نيف وألفى مليون سنة . إن هذا الصخر يتكون من قطع تشبه قطع الفسيفساء بلورية المظهر ومعظمها أحمر بلون اللحم وبعضها أبيض أو لا لونى وقليل منها دقيق الحجم نوعا وداكن أو أسود

اللون . وقد صادفت منه أمثلة كثيرة فى جبال أخرى وهو فى العادة يكوِّن القاعدة التى ترتكز عليها تتابعات الصخور الأخرى وقد أطلقت عليه اسم صخر الجرانيت ، وهو واحد من مجموعة كبيرة من الصخور المتبلورة التى أعتقد أنها كانت تؤلف مادة القشرة الأولى للأرض بعد أن تصلبت من الحالة المنصهرة . ولذلك فأنا أسمى مثل هذه الصخور ذات الأصل الصهارى بالصخور النارية . ويؤيد اعتقادى فى قدمها تقديراتى لأعمارها بطريقة الساعة الكونية .

والآن لنترك هذه الصفحة الأولى من كتاب الصخور التى تفيدنا بوقت تصلب القشرة الأولى للأرض، ولنصعد فى الجبل لنتأمل الصفحة التالية . ولعلكم تلاحظون معى أن صفحات عديدة بعد الصفحة الأولى تتشابه كلها فى طبيعتها العامة فكلها من صخور غير متبلورة أى ليست من أصل منصهر ولكنها فى هيئة طبقات ، إن هذا يوحى بأنها تكونت من تراكم فتات صخور سابقة كتلكم الرواسب التى لاحظناها تتكون على جانب النهر وعند الشاطىء وتحت ماء البحر . هذه الصخور التى توجد فى هيئة الطبقات أسميها أحيانا بالصخور الطباقية وأحيانا أخرى بالصخور الرسوبية بسبب ترسب مادتها من الماء أو من الهواء .

هذه طبقات من الطين وتلكم طبقات من الرمل ومن الحصى وهذه أخرى من مادة الجير وتلكم غيرها من عظام الحيوانات. كل صنف منها يدل على البيئة التى تكون فيها ، وقد رأينا فى الصباح كيف تختلف طبيعة الصخور الرسوبية باختلاف البيئة التى تتكون فيها .

ولنقف عند هذه الطبقة قليلا . ألم تلاحظوا معى أن هذه أول طبقة نرى فيها هذه الأجسام الغريبة ؟ نعم إنها تشبه بعض أنواع الأحياء ولكن انظروا ، إنى أطرقها بمطرقتى فلا تتكسر ، إنها من الحجر الذى تتكون منه الطبقة نفسها . هذه هى بقايا كائنات حية قديمة كانت تعيش وقت ترسب الطبقة ، فلما ماتت دفنت فى مادة الطبقة ومرت عليها الأحقاب فتحجرت وصارت صخراً هكذا . هذه البقايا المتحجرة للكائنات الحية القديمة أسميها الحفريات ، وسنرى حالا أنها أهم ما استعملته الأرض فى تدوين تاريخها منذ أن ظهرت على وجهها الحياة .

إن هذه السلسلة من الطبقات التى بين الصخور النارية القديمة وأول طبقة ظهرت فيها الحفريات تكون مع الصخور النارية فصلا قديماً جداً من تاريخ الأرض أسميه الحقب السحيق ، وتمتاز طبقاته لعدم احتوائها على أية حفريات ، غير أنى أعتقد أن

لا بد أنه كانت هناك حياة فى مياه المحيطات فى أثناء ذلكم الحقب وأغلب ظنى أنها كانت حياة بدائية جداً لم تكن الأحياء التى تمثلها قادرة بعد على إفراز هياكل صلبة تحمى أجسامها الرخوة ولذلك فهى لم تترك سجلا لها على صفحات صخور ذلكم الحقب

وأرجو أن تكونوا قد لاحظتم الطبقة التى بدأت بها هذه السلسلة فهى تتكون من مادة متماسكة من حصى كبير وجلاميد وكسارة حجرية وهو فتات حجرى يشبه ذلك الذى لاحظنا وجوده فى الصباح أسفل جرف الشاطىء عندما انحسرت عنه الموجة قليلا مما يدل على أن هذه الطبقة ترسبت فى بيئة شاطئية . أما الطبقات التى فوقها فهى تتكون من الرمل أو الطين أو الحجر الجيرى، وكلها توحى بترسب بحرى على أبعاد متفاوتة من الشاطىء، فهى تتشابه مع العينات التى استخرجناها صباحاً من قاع البحر على مسافات مختلفة من الشاطىء إلا أنها قد صارت صخورا صلبة .

ولننتقل الآن إلى السلسلة التالية من صفحات كتاب الصخور تلكم السلسلة التى تمتاز بوجود الحفريات . وقبل أن يستبد بكم الحماس فى جمع هذه الأجسام الجميلة أود أن أقول لكم إنه من خلال دراساتى لمجموعات كثيرة من الطبقات فى أمكنة مختلفة من

الأرض ، أمكننى أن أقدر عمر أول طبقة يبدأ فيها ظهور الحفريات وذلك بطريقة الساعة الكونية ، فوجدت أن ذلك التاريخ ثابت تقريباً فى كل الأماكن وهو حوالى ٥٠٠ مليون سنة قبل عصرنا هذا ، أو بتعبير آخر ٢٥٠٠ مليون سنة منذ نشأة الأرض .

والآن فلتجمعوا ما تشاؤون من الحفريات التى يمكنكم حملها أو تودون الاحتفاظ بها ، أما مالا يمكن حمله فسنقف نتأمله وهو فى مكانه من الصخر » .

واستمرت عملية جمع الحفريات مع الصعود إلى طبقات أعلى حتى أشار السندباد بالتوقف لأخذ قسط من الراحة وتأمل ما صادفته الرحلة من بقايا الحياة فى ذلك الزمن الغابر . ووجه السندباد الأنظار إلى طبقة جديدة من الجلاميد والحصى الكبير المتماسك وقال : « مثل هذه الطبقات أتخذها دائماً علامة على انتهاء فصل من فصول تاريخ الأرض وبداية فصل جديد . وهذا الفصل الذى انتهى الآن من تاريخ الأرض أسميه الحقب القديم أو حقب الحياة القديمة . وقد قدرت مداه بطرق كثيرة وفى أماكن عديدة فوجدته يمتد فيما بين عام ٥٠٠ مليون ، وعام ٢٠٠ مليون قبل عصرنا هذا .

والآن فماذا جمعتم وماذا رأيتم من حفريات في صخور هذا الحقب . إنها أصداف لمحارات وقواقع غريبة الشكل لا نرى لها مثيلا في مياهنا الحالية ، وهي ذات أشكال بسيطة بعيدة عن التعقيد والجمال الذي تمتاز به أصداف قواقعنا ومحاراتنا الحالية . وهذه بقايا لكائنات تشبه الحشرات شبهاً بعيداً فأجسامها كانت مفصلية ولها رؤوس وصدور وبطون تتكون من حلقات متتابعة، ولها كذلك أطراف عديدة مفصلية هي الأخرى . ولكن ليس لها أي مثيل الآن . أما هذه فهي حفريات لأسماك ولاشك ، إلا أنها أسماك غريبة حقاً ، انظروا كيف كانت تعيش داخل درقات كدرقات السلحفاة تغطي الأجزاء الأمامية من جسمها ، إنها هي الأخرى ليس لها مثيل بين أسماكنا التي تعيش في البحار الحالية . إنكم عندما تتأملون باقي حصيلتكم من حفريات هذا الحقب ستجدون أنها كلها لكائنات قديمة بائدة ليس لها نظير بين الكائنات التي نألف وجودها في عصرنا الحالي . وأظنكم عرفتم الآن السبب في تسميتي لهذا لحقب بحقب الحياة القديمة .

بقيت طبقة أخرى ظاهرة من الحصى والجلاميد المتماسكة سنصادفها في أثناء صعودنا . وأنتم بالطبع تعرفون أننا سنوقف جمع الحفريات مؤقتا عندما نصل إليها فهي تحدد لنا نهاية حقب

آخر . وقد حسبت تاريخها فوجدته حوالى ٧٠ مليون عام قبل عصرنا الحالى . فاجمعوا ما طاب لكم جمعه من حفريات هذا الحقب الذى أسميه الحقب الوسيط أو حقب الحياة الوسطى » .

وكان أهم ما يلفت النظر بين ما جمعه أتباع السندباد من حفريات من حقب الحياة الوسطى أصداف كبيرة متحجرة تمتاز بوجود خطوط كثيرة شديدة التثنى والتسنن على جانبيها تبدو متشععة من مراكز التفاف هذه الأصداف مما يجعل منظرها الجانبي يشبه الرسم الرمزى للشمس وقد بين لهم السندباد أنها كانت لحيوانات رخوة بادت تماما وليس لها مثيل مما يعيش من هذه الحيوات الآن ، وقال لهم إنه يسميها أحيانا باسم أصداف قرن الشمس . ولكن أكثر ما أثار الضجة مما صادفوه بين صخور هذا الحقب من حفريات كان لعدد من الهياكل العظمية المتحجرة المفرطة الضخامة لحيوانات فقارية . وكان سرور السندباد بعثورهم عليها شديداً إذ قال لهم بصدد العثور عليها :

« لكم كنت أدعو ونحن فى هذه المرحلة أن نتمكن من العثور ولو على عظمة أو بعض عظام لتلكم الحيوانات البائدة الغريبة ، ولكن حظكم اليوم عظيم أن تجدوا هذا العدد

من الهيا كل التى يندر العثور عليها. إنها أكبر ما يميز الحياة خلال الحقب الوسيط ، ونحن لا يمكننا تخليصها بسهولة من الصخور وحملها معنا. ولكنى أرحب بأى نفر منكم يريد معرفة تفاصيل أكثر عنها أن يقدم لزيارة متحف الكبير الذى أودعت فيه الكثير من مثل هذه البقايا التى كنت أجدها فى أثناء رحلاتى العديدة . وهناك سترون أنها عظام لأحياء ضخمة منقرضة كانت تشبه الزواحف من سحالى وضباب وتماسيح ، ولكن قد بلغ الكثير منها أحجاما هائلة فعلا . وأذكر أننى أحتفظ فى متحفي بهيكل لإحدى تلكم السحالى المنقرضة يبلغ طوله ثلاثين متراً وارتفاعه أكثر من عشرة أمتار ! وهناك أنواع أخرى كثيرة منها سادت على جميع أنواع الحياة فى ذلكم الوقت ومنها ما كان يعيش على البر ومنها ما كان كالأسماك يسكن الماء ومنها ما كان كالخفافيش يطير فى الهواء .

لم يبق فى كتاب الصخور العظيم إلا الفصل الأخير فقط ، وهو الممثل بتلكم السلسلة من الطبقات التى تعلو طبقة الحصى والجلاميد الأخيرة . فهيا نصعد إليها ونجمع منها ما نجده من حفريات. ها نحن أولاء قد بلغنا منتصفها تقريبا. أظنكم توافقوننى على أن الحياة فى هذا الفصل الأخير من تاريخ الأرض كانت

جد مختلفة عنها فيما سبقه من فصول ، بل لا شك أنكم تلاحظون أنها قريبة الشبه جداً من أنواع الحياة التى نألفها فى عصرنا هذا . فهذه الأصداف كلها تشبه أصداف القواقع والمحارات التى تعيش فى البحار الحالية ونراها كثيراً منتثرة على شواطئنا . ولذلك فأنا أسمى هذا الحقب الأخير من تاريخ الأرض بالحقب الحديث أو حقب الحياة الحديثة .

لقد كدنا الآن نصل إلى هذه المجموعة الصغيرة الأخيرة من الطبقات فهيا نلقى نظرة على ما جمعنا من حفريات . إنكم تلاحظون كيف أن حفريات الأصداف التى بيدنا الآن لا تكاد تختلف فى شىء عن الأصداف التى ينتشلها الموج إلى شواطئنا الحديثة . وهذه حفريات من عظام وجماجم لحيوانات فقارية ولو أنها غريبة نوعا إلا أنها تتبع فصيلة الثدييات التى تنتمى إليها. فهذه عظام لأفيال وتلك أسنان لخيول وغيرها قطع من جماجم لكلاب وقرود .

وما هذه الجمجمة التى عثر عليها هذا الصديق ؟ إنه يقول إنه قد أحضرها من آخر مجموعة من الطبقات فى هذه السلسلة . إنها جمجمة إنسانية ولا شك ، ولكن لو أمعنتم النظر فى دقائقها لوجدتم اختلافا بسيطا بينها وبين جماجم البشر التى نعرفها .

نعم إنها إحدى جماجم سلالة إنسانية انقرضت أخيرا . وقد سبق لى أن عثرت من أمثالها على الكثير ، ولو أنها تختلف فيما بينها اختلافا طفيفا وتأتى من مستويات مختلفة فى آخر مجموعة من الطبقات فى كتاب الصخور . وكنت قد عنيت بمسألة معرفة التاريخ الذى بدأت فيه تلكم الجماجم الشبيهة بجماجم البشر فى الظهور ، فلم يتجاوز أى تقدير من تقديراتى لهذا التاريخ مليون سنة ، ومعنى ذلك أن الإنسان وأسلاف الإنسان على هذه الأرض لم يظهروا إلا فى مليون السنة الأخيرة من عمرها الذى بلغ الآن ثلاثة آلاف مليون سنة » .

